

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,  
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ,  
АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ И  
ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ  
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора В. И. Торкатюка,  
доктора физико-математических наук,  
профессора Колосова Анатолия Ивановича

**Харьков  
ХНАГХ  
2012**

УДК [624:913]  
ББК 65.31  
О64

**Авторы:**

*Торкатюк Владимир Иванович*, доктор технических наук, профессор;  
*Колосов Анатолий Иванович*, доктор физико-математических наук, профессор;  
*Бабаев Владимир Николаевич*, доктор государственного управления, профессор;  
*Шутенко Леонид Николаевич*, доктор технических наук, профессор;  
*Стадник Григорий Васильевич*, кандидат экономических наук, профессор;  
*Пан Николай Павлович*, кандидат технических наук, доцент;  
*Архипова Елена Семеновна*, кандидат физико-математических наук, доцент;  
*Штерн Галина Юрьевна*, кандидат экономических наук, доцент;  
*Коненко Виталина Владимировна*, кандидат экономических наук;  
*Бутник Светлана Владимировна*, кандидат технических наук, доцент;  
*Протопопова Валентина Петровна*.

**Рецензенты:**

*Тищенко А. Н.*, доктор экономических наук, профессор,  
Научно-исследовательский центр промышленных проблем развития НАН Украины;  
*Шевченко Л. С.*, доктор экономических наук, профессор,  
Харьковская национальная академия городского хозяйства;  
*Тян Р. Б.*, доктор экономических наук, профессор,  
Приднепровская академия строительства и архитектуры.

Рекомендовано к печати решением Ученого совета  
Харьковской национальной академии городского хозяйства  
протокол № 8 от 30 апреля 2010 г.

**О64** **Организационно-технологические**, архитектурно-конструктивные и финансово-экономические предпосылки формирования продукции капитального строительства: монография / В. И. Торкатюк, А. И. Колосов, В. Н. Бабаев и др.; под общ. ред. В. И. Торкатюка, А. И. Колосова; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х. : ХНАГХ, 2012. – 368 с.

ISBN 978-966-695-252-6

В монографии рассматриваются особенности использования математического аппарата и методов при формировании рациональных параметров управления процессом функционирования строительных предприятий, обеспечивающие создание высококачественной строительной продукции. Излагаются особенности использования как традиционного математического аппарата и математических методов, так и новейшего процессного подхода в сочетании с внедрением системы стратегического управления.

Монография предназначена для специалистов проектных, строительных организаций, инвестиционных служб банков, занятых разработкой инвестиционных проектов и их управлением, а также будет полезна профессорско-преподавательскому составу, аспирантам, студентам строительных и экономических специальностей.

**УДК [624:913]**  
**ББК 65.311**

**ISBN 978-966-695-252-6**

© Торкатюк В. И., Колосов А. И., Бабаев В. Н.,  
Шутенко Л. Н., Стадник Г. В., Пан Н. П.,  
Архипова Е. С., Штерн Г. Ю., Коненко В. В.,  
Бутник С. В., Протопопова В. П., 2012.

© Харьковская национальная академия  
городского хозяйства, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУР СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	9
1.1. Роль и значение строительства в развитии экономики Украины	9
1.1.1. Достигнутый уровень в строительной отрасли и перспективы .....	9
1.1.2. Техничко-экономические особенности строительства .....	10
1.1.3. Экономическая сущность форм собственности в строительстве .....	12
1.1.4. Субъекты прав собственности в строительстве .....	15
1.1.5. Государственная собственность в строительстве .....	19
1.1.6. Муниципальная собственность в строительстве .....	22
1.1.7. Индивидуальные субъекты хозяйствования в строительстве .....	24
1.1.8. Приватизация государственного и муниципального имущества в строительстве .....	27
1.2. Инвестирование и основные категории анализа инвестиционных проектов .....	30
1.2.1. Инвестиции и их суть .....	30
1.2.1.1. Общие концептуальные положения .....	30
1.2.1.2. Основные типы инвестиций .....	31
1.2.1.3. Классификация инвестиций в реальные активы ...	51
1.2.1.4. Роль инвестиций в увеличении рыночной стоимости (ценности) предприятия .....	54
1.2.2. Денежные поступления .....	55
1.2.3. Экономический срок жизни инвестиций (economie life) и ликвидационная стоимость .....	57
1.2.4. Основные понятия инвестиционной стратегии и ее роль в развитии предприятия .....	58
1.2.5. Принципы и последовательность разработки инвестиционной стратегии предприятия .....	62
1.2.6. Методы разработки инвестиционной стратегии предприятия .....	67
1.2.6.1. Формирование стратегических целей инвестиционной деятельности .....	67
1.2.6.2. Оценка результативности разработанной инвестиционной стратегии .....	68
1.2.7. Общие положения подготовки инвестиционных проектов	69
1.2.7.1. Инвестиционный проект (ИП) .....	69
1.2.7.2. Принципы формирования и подготовки инвестиционных проектов .....	70
1.2.8. Оценка эффективности инвестиционных проектов (ИП) ..	76

1.2.9. Перспективные направления инвестиционной стратегии	82
1.3. Методы и аппарат формирования и оценки проектных решений в строительстве .....	84
1.3.1. Анализ и выбор принципов эффективности проектных решений .....	84
1.3.2. Методологические особенности проектных решений .....	93
1.3.3. Оценка эффективности технических разработок на ранних стадиях проектирования .....	102
1.3.4. Методы оценки эффективности перспективного развития конструктивных решений зданий и сооружений .....	107
1.3.5. Типизация и оптимизация проектных решений .....	110
1.3.6. Оценка качества организационно-технологических решений .....	118
1.4. Современные методы управления ресурсами строительной отрасли .....	124
1.4.1. Теоретико-методологические основы и принципы обеспечения оптимальных условий рационального использования ресурсов для эффективной работы предприятий строительной отрасли .....	124
1.4.2. Оптимизация параметров распределения ресурсов .....	151
1.4.3. Регулирование по критическим параметрам распределения ресурсов .....	163
1.5. Выбор решений по возведению строительных объектов .....	177
1.5.1. Принципы, положенные в основу выбора решений по возведению строительных объектов .....	177
1.5.2. Метод комплексной оценки проектных решений по возведению строительных объектов .....	183
1.5.3. Параметры к схеме выбора решений организации и технологии возведения объектов строительства .....	185
1.6. Организационно-технологический генезис эксплуатации объектов строительства (ОС) .....	191
1.6.1. Специфика реализации моделирования эксплуатационного цикла .....	191
1.6.2. Концепция прогнозирования эксплуатационного цикла ...	200
1.6.3. Концепция, структура и модель эксплуатационного мониторинга .....	208
1.6.4. Информационная модель эксплуатационного мониторинга .....	217
1.6.5. Организационная модель управления эксплуатационным циклом .....	223
1.6.6. Перспективные направления управления эксплуатационным циклом .....	229
1.7. Функционально-системный анализ ремонта и переустройства строительных объектов .....	230

1.7.1. Использование методов экономико-математического моделирования при проектировании реконструкции районов старой застройки .....	230
1.7.2. Интерактивно-графический метод .....	241
1.7.3. Анализ с помощью план-графиков .....	251
1.7.4. Логико-семантический анализ .....	262
1.8. Организационно-технологический генезис завершающих стадий жизненного цикла объекта строительства .....	269
1.8.1. Ликвидация как составляющая полного жизненного цикла строительных объектов .....	269
1.8.2. Концепция автотрофного организационно-технологического цикла ликвидации объектов строительства .....	272
1.8.3. Моделирование ликвидационной технологичности .....	277
РАЗДЕЛ 2. СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ И ЕГО ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА .....	283
2.1. Строительное предприятие как система .....	283
2.2. Взаимодействие участников строительного предприятия .....	284
2.3. Организационные структуры управления строительным предприятием .....	286
2.4. Особенности формализации экономических систем строительного предприятия .....	317
2.5. Значение экономико-математического анализа в оптимальном планировании строительной отрасли .....	324
2.6. Особенности формирования инструментария экономико-математического анализа .....	328
2.6.1. Двойственные оценки оптимального плана и их использование в планировании .....	328
2.6.2. Коэффициенты обратной матрицы и возможности их использования в экономико-математическом анализе .....	340
2.6.3. Методы учета неопределенности в экономико-математическом анализе .....	353
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	356
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	357

## ВВЕДЕНИЕ

Радикальная перестройка системы управления экономикой, переходящей на рельсы рыночных отношений, – одно из важнейших направлений программы реформ, проводимых в нашей стране. Особое значение эта проблема имеет на уровне предприятия, положение которого в рыночной экономике коренным образом меняется. Становясь объектом товарно-денежных отношений, обладающим экономической самостоятельностью и полностью отвечающим за результаты своей хозяйственной деятельности, предприятие обязано сформировать у себя такую систему управления, которая обеспечила бы ему высокую эффективность работы, конкурентоспособность и устойчивость положения на рынке.

В настоящий момент предприятия являются свидетелями и участниками беспрецедентных перемен, происходящих в нашем обществе, в результате которых обозначились основные структурные изменения, требующие эффективного управления на всех уровнях, к ним относятся:

- изменение структуры собственности, связанное с разрушением монополии государственной собственности в сфере производства, созданием базы для формирования заинтересованных собственников и эффективного менеджмента;

- изменение отраслевой структуры производства в результате ее приспособления к новой структуре спроса и возникновения массы мелких предприятий, порожденных частным предпринимательством;

- изменение (либерализация) собственности в сочетании со сложным инвестиционным климатом и ограниченными ресурсами.

Можно отметить два важных принципа, которые лежат в основе действующих механизмов. Первый – максимально возможное устранение государственного регулирования экономики и предельная децентрализация систем управления. Второй – активное влияние государства на экономические процессы, включая формирование рыночных отношений.

Капитальное строительство – совокупность всех видов деятельности, обеспечивающая осуществление инвестиционного процесса, от предпроектной стадии до ввода объекта в эксплуатацию. В состав этой отрасли входят организации, выполняющие строительные и монтажные работы по возведению новых зданий, сооружений и других объектов народного хозяйства, расширению, техническому перевооружению и реконструкции действующих предприятий, проектно-изыскательские организации, обслуживающие строительство, а также такие органы управления, как министерства, ведомства и т. д.

Конкретная цель капитального строительства на современном этапе определена его внешней средой (народным хозяйством в целом) – ввод объекта в эксплуатацию в нормативные сроки с надлежащим качеством. Поэтому с очевидной остротой возникает вопрос о надлежащем управлении

капитальным строительством – сознательном его регулировании в целях повышения эффективности, ускорения НТП и роста производительности труда, улучшения качества продукции и обеспечения тем самым динамичного, планомерного и пропорционального развития отрасли.

Экономика строительства как научная дисциплина позволяет оценивать результаты научно-технического прогресса, сущность которого заключается в непрерывном совершенствовании орудий и предметов труда, методов производства работ и организации строительства, основным следствием которого является повышение производительности труда. Экономика строительства формируется, с одной стороны, как процесс воспроизводства основных фондов, требующий необходимых капитальных вложений в его осуществление, и с другой – как процесс собственного развития данной отрасли материального производства.

Сложность изучения экономических аспектов капитального строительства заключается в многообразии организационных и хозяйственных форм процесса строительного производства, большом количестве участников, имеющих различные функциональные цели и задачи, существенной зависимости процесса строительного производства от естественных, природных условий. В процессе строительного производства (возведения любого объекта) участвуют *инвестор – заказчик – проектировщик – подрядчик – специализированные строительные организации*. Кроме этих непосредственных участников строительного процесса, в создании строительной продукции участвуют десятки заводов-изготовителей технологического оборудования, строительных машин и материалов. В связи с таким большим числом участников можно утверждать, что процесс строительного производства формируется под влиянием большого количества организационных факторов. Преобразование системы управления, ее совершенствование означают, в первую очередь, изменение организационных отношений и, соответственно, *организационных форм управления*.

Организационно-правовые формы следует понимать как совокупность организационных отношений, которые в свою очередь представляют собой права, обязанности и ответственность, присвоенные участникам строительного производства в процессе их совместной деятельности. Организационно-правовая форма предприятия дает перечень субъектов, которые могут в ее рамках осуществлять хозяйственную деятельность. Это – физические лица (объединения физических лиц), не ограниченные законом в своей дееспособности, юридические лица (органы государственного управления также названы в числе учредителей предприятия).

В нашей стране обозначились тенденции введения в хозяйственный оборот многообразных форм собственности и их равноправного состязания в рамках общих экономических процессов. Это и потребовало регламентации организационно-правовых форм соединения средств, усилий и других (прежде всего имущественных) затрат других

собственников.

Процесс трансформации еще вчера традиционных строительных предприятий в структуры рыночной ориентации, хотя и несколько запаздывает по сравнению с другими отраслями народного хозяйства, но, несмотря на все трудности и противоречия, принимает все более устойчивый характер.

Хозяйственники в сфере строительства только встают на путь первоначального накопления капитала и в ближайшее время вряд ли займут в нем значительный удельный вес. Сама специфика капитального строительства обуславливает, что понятие "предпринимательство" здесь будет иметь несколько иное наполнение. Предпринимательство предполагает создание продукции в процессе расширенного воспроизводства. Для того чтобы предпринимательские структуры равномерно охватывали все звенья технологической цепочки строительного комплекса, при определении их правового положения надо не только оговаривать условия объединения финансовых, трудовых и материальных ресурсов участников строительства, но и нацеливать их на общность экономических интересов. Это означает, что возрождается не хозяйство единоличников, а особая форма хозяйствования, которая должна иметь четко выраженную ориентацию в их правовом положении, нацеленную на деятельность в жестких условиях конкуренции и постоянно меняющейся конъюнктуры рынка.

Современное строительство в специфических условиях перехода к рыночным отношениям занимает важное место в решении хозяйственно-экономических и политических задач Украины и особенно – жилищной проблемы. Решаются эти задачи через систему эффективного функционирования строительных предприятий.

Практические задачи организации и планирования строительства в системе формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда, которые решаются с применением экономико-математических методов и ЭВМ, состоят из двух основных групп: задачи нахождения оптимальных и рациональных решений планирования инвестиционных процессов и организации строительства; задачи оперативного управления строительным предприятием. Решение задач предполагает:

- построение математических, экономических или статистических моделей для принятия решений и способов управления в сложных ситуациях или в условиях неопределенности;

- изучение взаимосвязей, определяющих возможные последствия принимаемых решений, установление критериев эффективности, позволяющих оценить относительное преимущество того или иного варианта действий.

В современных условиях рынка решение этих задач даст возможность более эффективно ориентироваться в конкурентной борьбе, на что и направлен основной замысел настоящего издания.



# РАЗДЕЛ 1

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУР СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

### 1.1. Роль и значение строительства в развитии экономики Украины

#### *1.1.1. Достигнутый уровень в строительной отрасли и перспективы*

Строительство – ведущая отрасль народного хозяйства Украины, где решаются жизненно важные задачи структурной перестройки материальной базы всего производственного потенциала страны и развития непроизводственной сферы. От эффективности функционирования строительного комплекса во многом зависят как темпы выхода из кризиса, так и конкурентоспособность отечественной экономики. Этим и определяется значимость выбора объективных характеристик его состояния.

Строительный комплекс сегодня – достаточно раздробленное, не управляемое из единого или нескольких центров множество самостоятельно хозяйствующих субъектов, обладающих своими специфическими особенностями и не связанных с системными целями. В рамках недостаточно развитого строительного рынка, при отсутствии нормальной конкуренции, когда подавляющую часть строительных подрядов получают, минуя тендеры (торги), не происходит никакого естественного при совершенной конкуренции выравнивания условий функционирования и общественных требований к подрядчикам. Это определяет существенные как региональные, так и внутрирегиональные различия в уровнях цен, обязательствах сторон и других факторах.

Функционирование и все преобразования строительного комплекса объективно происходят в реальных временных интервалах. Можно выделить следующие пять качественно разных состояний:

- 1 состояние* – доперестроечное (до 1988 – 1990 гг.);
- 2 состояние* – переходное, гибридно-неустойчивое (1990 – 1994 гг.);
- 3 состояние* – нецивилизованно-рыночное (1994 – 1998 гг.);
- 4 состояние* – цивилизованно-рыночное (возможно в будущем);
- 5 состояние* – посткатастрофическое (возможно при неблагоприятном развитии событий).

Невероятно трудные преобразования в строительном комплексе были осложнены общим кризисным состоянием отечественной экономики, спадом инвестиционной деятельности, высокими темпами инфляции, кризисом неплатежей и т. д. Сокращение более чем в 3 раза спроса на продукцию, инфляция, съедающая оборотные средства, порочная амортизационная политика и многое другое предопределили состояние производственного аппарата отрасли, уровень занятости и направленность

действий хозяйствующих субъектов в этой сфере.

Третья позиция – характеризуется, с одной стороны, началом преобладания негосударственных форм собственности в строительном комплексе, с другой – отсутствием действительной конкуренции на строительном рынке, а главное – наличием возможности для подрядчиков получать незаработанную прибыль путем обсчета и обмана заказчиков. Функционирование системы неэффективно и не отвечает общественным требованиям.

Основной момент в современных подходах оценки сделан на качественные параметры, описывающие такие характеристики, как надежность выполнения договорных обязательств, характер и степень конкурентности цен, складывающиеся на рынке стандарты продолжительности сооружения разнородных объектов, цивилизованные уровни рентабельности, характеристики истинного состояния производственного аппарата и другие подобные рыночные параметры.

Основными дестабилизирующими факторами деятельности строительных организаций по-прежнему остаются неплатежеспособность заказчиков, высокий уровень налогов, и как следствие, недостаток заказов. Средний уровень обеспеченности финансированием составляет 2 месяца, заказами – 4 месяца.

### ***1.1.2. Техничко-экономические особенности строительства***

В технико-экономическом отношении строительство как отрасль материального производства существенно отличается от других отраслей народного хозяйства. Это объясняется *особым характером продукции* строительства, условиями вложения денежных средств, их освоения и возврата, методами организации и управления строительством, особенностями технологии строительного производства.

Строительная продукция (здания, сооружения) создается на определенном земельном участке и в течение всего периода строительства (а в дальнейшем и эксплуатации) остается неподвижной. В период строительства орудия труда и рабочие непрерывно перемещаются по фронту работ. Строительство любого объекта начинается с создания в районе строительной площадки производственной базы строительства, которая в зависимости от масштаба сооружаемого объекта по своим стоимостным показателям может быть сопоставима со стоимостью строительства самого объекта. По сути, чтобы начать строительство основных сооружений объекта, нужно создать на строительной площадке специальное производственное предприятие, строительной продукцией которого будет единственный экземпляр – сооружаемый объект. Строительство – прямая противоположность промышленному производству, где до начала выпуска продукции возводятся здания, сооружения, монтируется строительное оборудование, отрабатывается технология производства и только после этого начинается выпуск продукции. Это обстоятельство требует своеобразных форм организации и

управления строительным процессом, разработки специальных методов технологии производства работ.

Размещение строительной продукции на определенном земельном участке делает ее зависимой от стоимости земельного участка, конъюнктуры цен на рынке земли.

Большое влияние на технико-экономические показатели строительной продукции оказывает *фактор времени*. Продолжительность строительства любого объекта исчисляется не только месяцами, но во многих случаях, особенно при строительстве крупных объектов, – годами. Это вызывает отвлечение капитала из оборота на длительное время и практическое его «омертвление». Принимая во внимание большую капиталоемкость объектов строительства, изъятие капитала из оборота на длительное время и вложение его в строительство являются решением крайне ответственным и достаточно рискованным. При этом следует иметь в виду, что длительность цикла оборачиваемости капитала в строительстве в несколько раз больше, чем в промышленности, и в десятки раз больше, чем в торговле. Поэтому принятие решения о вложении капитала в строительство сопровождается серьезными технико-экономическими расчетами.

Строительство любого объекта осуществляется в определенной *естественной природной среде*, которая характеризуется своими топографическими, инженерно-геологическими и климатическими условиями. В связи с этим для каждого конкретного случая разрабатываются свои конструктивно-компоновочные решения, которые учитывают рельеф местности, ветровые и снеговые нагрузки, величину сейсмического воздействия, температурный режим. Толщина стен, покрытий, параметры несущих конструкций зданий и сооружений, размеры фундаментов (а следовательно, и их стоимость) находятся в прямой зависимости от природных условий района строительства. Кроме того, оплата труда строителей, выполняющих работы на открытом воздухе в зимнее время, также поставлена в зависимость от температурного режима. Поэтому строительство одного и того же типа здания или сооружения в различных районах страны требует различных затрат материально-технических, трудовых и финансовых ресурсов.

Строительство отличается *многообразием производственных связей*. В строительстве любого объекта принимают участие десятки, а при строительстве крупных сооружений – и сотни проектно-изыскательских, научно-исследовательских, строительных и монтажных организаций, заводы-изготовители основного технологического оборудования, поставщики строительного-монтажного оборудования и строительных материалов, банки и другие субъекты экономики, чей капитал так или иначе участвует в строительстве. Несмотря на то, что конечная цель у всех участников инвестиционного процесса одна – получение максимально возможной прибыли, в процессе строительства каждый из участников имеет свои частные цели и задачи. В связи с этим возникает

необходимость создания таких экономических критериев, которые бы объединяли всех участников инвестиционного процесса в деле достижения общей цели – завершении строительства в заданные сроки с минимальными затратами, а не соблюдение только собственных интересов.

Кооперирование связей в процессе строительства осуществляется как в сфере поставок и услуг (предусматривает обязательные поставки определенного количества, комплектность и сроки поставки изделий и материалов), так и в сфере производства, т. е. непосредственно на объекте строительства путем разделения единого технологического процесса на составные взаимосвязанные элементы, выполнение которых производится различными исполнителями. Это требует согласования во времени, пространстве, по видам применяемых средств механизации, степени готовности отдельных элементов зданий и сооружений для продолжения работ другими исполнителями. Большое число организаций, сложность взаимных связей требуют четкой организации и координации работы всех участников строительного процесса.

Длительность технологического цикла в строительстве обусловила особую форму расчетов за строительную продукцию. Расчеты ведутся за условно готовую продукцию – за этапы работ, за выполнение конструктивных частей зданий или видов работ. Это предопределяет необходимость установления цены не только в целом за объект, но и за отдельные виды и этапы работ.

Учитывая, что связи взаимодействия в строительстве реализуются в условиях динамично развивающихся производственных процессов, имеющих вероятностный характер воздействия (погодные условия, сбои поставок и др.), система организации и управления строительством должна предусматривать эффективную систему регуляторов, которая призвана обеспечивать надежность связей взаимодействия и придание им максимально возможной степени устойчивости. Это может быть достигнуто путем создания резервных мощностей, производственных запасов, резервных фондов.

### ***1.1.3. Экономическая сущность форм собственности в строительстве***

Любое предприятие можно определить как имущественно обособленную единицу, организованную для достижения каких-либо хозяйственных целей.

Прежде чем заняться хозяйственно-экономической деятельностью, любое предприятие проводит предварительную работу, критерии для которой следующие:

- основная цель деятельности (извлечение прибыли или нечто иное);
- порядок распределения полученной прибыли между участниками организации либо полное обращение дохода на возмещение затрат, связанных с достижением основной уставной цели создания организации;

– конкретный вид организационно-правовой формы создания юридического лица.

В соответствии с законами, принятыми в Украине, определены общие экономические, социальные и правовые основы создания предприятий в условиях существования двух видов собственности – государственной и частной, установлены организационно-правовые формы предприятий, особенности их деятельности, определены права и ответственность субъектов предпринимательства, определены меры государственной защиты, поддержки и регулирования хозяйственной деятельности. Последняя представляет собой инициативную самостоятельную деятельность граждан и их объединений, направленную на получение прибыли посредством использования имущества, продажи товаров, выполнения работ, оказания услуг. Предпринимательская деятельность осуществляется гражданами и их объединениями на свой страх и риск и под имущественную ответственность в пределах, определяемых организационно-правовой формой предприятия.

Любая хозяйственная деятельность осуществляется в рамках определенной организационной формы. Выбор формы предприятия зависит от личных пристрастий и вкусов, но в главном определяется объективными условиями – сферой деятельности, наличием денежных средств, плюсами и минусами самих форм предприятий.

**Форма предприятия** – система норм, определяющая отношения между партнерами по предприятию, с одной стороны, и отношения этого предприятия с другими предприятиями и физическими лицами – с другой.

Наиболее распространенными формами коллективного предпринимательства в Украине являются *хозяйственные товарищества и общества*, правовая конструкция такого юридического лица предполагает осуществление несколькими лицами продолжительной хозяйственной деятельности с целью извлечения прибыли, подлежащей распределению между ними. Образуются такие товарищества и общества несколькими физическими и/или юридическими лицами – учредителями – на основании договора. Возможно создание хозяйственных обществ и товариществ и одним лицом, что законодательно допускается скорее как исключение, нежели как правило. Механизм создания несложен: учредители передают часть своего личного имущества в собственность товарищества или общества, уставный капитал которого таким образом оказывается разделенным на доли или вклады. Собственником образовавшегося имущества, а равно как и всего впоследствии приобретенного либо произведенного имущества является уже товарищество или общество, каждый же из его участников после внесения своей доли в уставный капитал право на нее утрачивает. Вместо этого он приобретает обязательственные права по отношению к товариществу или обществу: принимать участие в распределении прибыли, участвовать в управлении хозяйственной деятельностью, получать необходимую информацию о деятельности и состоянии финансов организации, получить в случае ее

ликвидации часть имущества, оставшегося после всех расчетов с кредиторами.

Принципиальное различие этих двух организационно-правовых форм заключается в том, что если хозяйственное товарищество – это *объединение лиц*, то хозяйственное общество – *объединение капиталов*. Предприятия, являющиеся объединениями капиталов, обычно признаются юридическими лицами.

Участники товарищества обязаны лично участвовать в его деятельности, хотя и не обязательно сводить такое участие к трудовой деятельности. Участники товариществ отвечают по их долгам всем своим личным имуществом, чего не происходит в хозяйственных обществах, где участники рискуют лишь утратой своего вклада. Участниками обществ могут быть не только предприниматели, но и некоммерческие организации, а также обычные граждане, поскольку не требуется личного участия в предпринимательстве.

В соответствии с законом существует всего пять видов хозяйственных товариществ и обществ.

### **Полное товарищество**

Полное товарищество представляет собой объединение нескольких граждан и (или) юридических лиц для совместной хозяйственной деятельности на основании договора между ними с целью извлечения прибыли.

Участники полного товарищества участвуют в его делах, и каждый несет полную ответственность по обязательствам не только своими средствами, но и всем своим имуществом. Убытки и прибыли полного товарищества распределяются между его участниками пропорционально доле каждого из них в общем имуществе товарищества.

Имущество полного товарищества формируется за счет вкладов участников, полученных доходов и других законных источников и принадлежит его участникам на праве общей долевой собственности. Вкладом члена товарищества могут быть как денежные, так и материальные ценности.

При государственной регистрации полных товариществ не требуется представления устава, не представляется договор учредителей, где указываются номера свидетельств о регистрации в качестве предпринимателей граждан или предприятий, являющихся его действительными членами.

К основным достоинствам полного товарищества можно отнести то, что не устанавливается минимальный размер уставного фонда для него, не регламентируются требования по проведению заседаний, налоги от коммерческой деятельности берутся не с товарищества, а с каждого физического лица.

Недостатками данной организационной формы является то, что:

- партнеры несут и совместную и раздельную ответственность;
- запрещено одному из членов товарищества продавать свою долю

новому лицу без согласия других членов;

– в случае приема нового члена, смерти или выхода одного из членов товарищества вновь заключается учредительный договор о создании полного товарищества;

– организационная структура менее устойчива.

### **Коммандитное товарищество**

Коммандитное товарищество представляет собой объединение нескольких граждан и (или) юридических лиц, созданное на основании договора между ними для совместной хозяйственной деятельности. В коммандитных товариществах создается уставной фонд, размер которого должен быть не менее суммы, равной 100-кратному размеру минимальной оплаты труда в месяц, установленной законодательством Украины на дату представления учредительных документов для регистрации.

Коммандитное товарищество включает действительных членов и членов-вкладчиков. Действительные члены коммандитного товарищества несут полную солидарную ответственность по обязательствам товарищества как своим вкладом, так и всем своим имуществом. Члены-вкладчики несут ответственность по обязательствам товарищества в пределах своих вкладов.

Действительные члены участвуют в товариществе как своим капиталом, так и хозяйственными усилиями, а вкладчики – только своим капиталом.

Коммандитное товарищество не отвечает по имущественным обязательствам членов-вкладчиков; оно состоит как минимум из одного действительного члена и одного вкладчика.

Имущество коммандитного товарищества формируется за счет вкладов участников, полученных доходов и других законных источников, и принадлежит его участникам на праве общей долевой собственности. Смешанное товарищество является юридическим лицом. Юридические лица – участники смешанного товарищества сохраняют самостоятельность и права юридического лица.

Руководят товариществом и осуществляют его представительство, как правило, действительные члены.

Основным достоинством смешанного товарищества является возможность привлечения дополнительных средств за счет вкладчиков, что дает возможность расширить масштаб деятельности, а также специализация действительных членов – вкладчиков по направлениям деятельности, обязательное согласие партнеров при принятии сторонних лиц.

К недостаткам следует отнести в первую очередь то, что действительные члены товарищества несут и совместную и раздельную ответственность.

#### ***1.1.4. Субъекты прав собственности в строительстве***

Субъектами хозяйственной деятельности могут быть:

– граждане, не ограничиваемые в установленном порядке в своей

дееспособности;

– граждане иностранных государств и лица без гражданства – в пределах полномочий, установленных законодательством;

– объединения граждан – коллективные предприниматели (партнеры).

С учетом реального положения вещей следует признать, что основными участниками хозяйственных отношений являются не индивидуальные предприниматели, а юридические лица – специально созданные организации. Возникновение конструкции юридического лица продиктовано необходимостью ограничения риска возможных финансовых и имущественных потерь для его учредителей, а также для организованного слияния некоего количества мелких вкладов в крупный капитал. Юридическое лицо постольку становится самостоятельным участником хозяйственных отношений, поскольку оно обладает имуществом, обособленным от имущества его учредителей.

Отличительными признаками юридического лица являются:

– *организационное единство*;

– *наличие обособленного имущества*;

– *самостоятельная имущественная ответственность*;

– *выступление в гражданском обороте от своего имени*.

В современной юридической литературе нет общепринятых признаков субъектов хозяйственного права. Однако господствующая точка зрения состоит в том, что «субъекты хозяйственного права – это организации и их подразделения, осуществляющие хозяйственную деятельность и руководящие ею, имеющие определенное имущество, обладающие хозяйственными правами и обязанностями (компетенцией), несущие ответственность за результаты своей деятельности и имеющие возможность обратиться за защитой принадлежащих им хозяйственных прав».

В силу этого представляется, что классифицировать субъекты хозяйственного права следует не по характеру выполняемых функций, а по характеру хозяйственной компетенции, который связан с неодинаковым проявлением признаков правосубъектности: степенью организационного обособления, прочностью закрепления имущества, формами ответственности и защиты хозяйственных прав.

Учитывая сказанное выше, к субъектам хозяйственного права относятся все хозяйственные образования на всех структурных уровнях, а также их центры и другие звенья. Первичным же звеном хозяйственных отношений является предприятие как структурная единица.

**Предприятием** является самостоятельный хозяйствующий субъект, имеющий свой правовой статус, созданный для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

Предприятие самостоятельно осуществляет свою деятельность, распоряжается выпускаемой продукцией, полученной прибылью,



оставшейся в его распоряжении после уплаты налогов и других обязательств. Для осуществления производственного процесса предприятие как структурная единица наделяется имуществом и средствами. Одновременно она имеет в определенных пределах и правомочие распоряжаться закрепленными за нею имуществом и средствами.

На территории Украины в соответствии с Законом «О собственности» могут создаваться и действовать предприятия, находящиеся в государственной, муниципальной частной собственности общественных организаций, а также предприятия смешанной формы собственности, основанные на объединении имущества иностранных государств, юридических лиц и граждан.

Экономика Украины известна как смешанная. Под этим понимается, что определенная часть или сектор национального хозяйства страны в виде частной собственности принадлежит и управляется частными гражданами либо индивидуально, либо коллективно, в то время как другая его часть в виде государственной собственности принадлежит и управляется учрежденными правительством или местными органами власти организациями.

Существуют *первичные* и *вторичные* субъекты собственности.

**Первичный субъект** – человек, так как он основная, неделимая и несуммируемая часть общества.

**Вторичными субъектами** становятся всевозможные организации людей, из которых главным всегда является государство как основная общественная организация.

Первичный субъект определяет частную собственность, а главный вторичный субъект – государственную собственность. В одном государстве не может быть нескольких государственных собственности, так как эта собственность имеет иерархический, древовидный характер с центром на верхнем уровне. Отношения связанности в данном случае – это отношения подчиненности верхнего уровня дерева – главного субъекта, то есть центра управления, с нижним уровнем через подчиненные субъекты.

В этом смысле частная собственность является дробной, то есть иерархически-сетевой, так как имеет множество центров управления. Она наряду с вертикальными связями государственной собственности имеет вертикально-горизонтальные связи как внутри предприятий между всеми его работниками, так и между работниками предприятий данного региона. Так происходит потому, что работники являются совладельцами предприятий, земли и т. д. В данном случае предприятия верхнего и нижнего уровней являются равноправными партнерами, а не находятся в административной зависимости, как при государственной собственности. Возникающий на предприятии нижнего уровня ущерб передается на предприятия верхнего уровня через уменьшение его отчислений, предусмотренных законодательством налогов от доходов. Но обратного движения не происходит. То, что мы подразумеваем под частной

собственностью, фактически является «частно-государственной» собственностью, так как частная собственность без государственной существовать не может. Во всех странах со смешанной экономикой очень сильна государственная собственность, обеспечивающая связность частных владельцев с главным субъектом.

Для возможности осуществления своих функций предприятие как субъект хозяйственного права обладает соответствующими правами и обязанностями, образующими его хозяйственную компетенцию, которая является специальной, в отличие, например, от правоспособности граждан, носящей общий, универсальный характер. В целом хозяйственную компетенцию предприятия образуют права и обязанности, составляющие ее хозяйственно-правовой статус: право и обязанность планировать свою деятельность и своих подразделений, руководить ими, вступать в обязательственные правоотношения и т. д. Они возникают непосредственно из правовой нормы сразу же при создании структурной единицы, изменяются при реорганизации или пересмотре функций этой единицы и прекращаются с ее ликвидацией.

Применительно к сфере капитального строительства переосмысление понятия «хозяйственная правосубъектность» и совершенствование правового положения субъектов обусловит выбор оптимальной организационно-правовой формы каждого конкретного строительного предприятия; создание компактных структур, способных работать в саморегулирующемся режиме, исходя из возможности выполнения конкретных строительно-монтажных операций с учетом реалий материально-технического, транспортного, энергетического обеспечения, наличия финансовых и трудовых ресурсов.

В систему капитального строительства включается ряд функций как видов деятельности общего и специального характера. К ним относятся планирование, финансирование, материально-техническое снабжение, а также проектирование, транспортировка грузов, производство строительных материалов, изготовление строительных деталей и конструкций, а также всех видов оборудования, требующего монтажа; собственно строительное производство. Носителями этих функций выступают различные субъекты: планово-хозяйственные органы, финансирующие банки, заказчик, генподрядчик, субподрядчик, объединения и т. д. Каждая функция имеет вполне определенный объем деятельности, который распределяется между субъектами в соответствии с профилем их деятельности и занимаемым местом в иерархии управления.

В современных условиях коренной перестройки управления экономикой, связанной с резким расширением границ самостоятельности хозяйственных единиц, возникает необходимость более четкого определения критерия отнесения субъекта хозяйственных отношений к участникам капитального строительства. Таким критерием должна являться исключительно связь со строительством и его конечным результатом – вводом конечного объекта в эксплуатацию. Воздействие

права на организацию строительного комплекса как на объект регулирования нельзя ограничивать пределами установленных организационных форм и принятых в экономике и технике понятий.

Хозяйственно-правовое обеспечение организации строительного комплекса включает правовую регламентацию формирования организационных структур, правовое закрепление функций хозяйственных образований, правовое регулирование организации хозяйственных связей.

Функциональное разделение труда требует, чтобы каждое хозяйственное образование, его органы и подразделения выполняли определенные функции, что делает необходимым их рациональное четкое распределение и надлежащее правовое закрепление, причем функции хозяйственных образований должны соответствовать их оргструктуре и целям капитального строительства.

Таким образом, логика правового регулирования хозяйственных отношений в капитальном строительстве позволяет представить схему правового воздействия в системе хозяйственно-правового обеспечения организации строительного комплекса и сформулировать главные направления ее дальнейшего совершенствования:

- правовое обеспечение соответствия оргструктур целям капитального строительства;
- правовое обеспечение соответствия функций хозяйственных образований их оргструктуре и целям капитального строительства;
- правовое обеспечение соответствия хозяйственной компетенции субъектов их функциям;
- правовое обеспечение соответствия организации хозяйственных связей их целенаправленности.

Важным направлением являются формирование и функционирование рыночных хозяйствующих субъектов как открытых, социально-ориентированных систем. Такая концепция означает поворот к рынку и потребителю. Каждая организация, функционирующая в рыночной среде, обязана самостоятельно решать не только вопросы внутренней организации, но и всей совокупности связей с внешней средой. Социальная ориентированность организаций означает, что наряду с экономической функцией она выполняет и общественную роль. Последняя может рассматриваться в двух аспектах: с точки зрения ориентации на потребителя и его запросы, то есть удовлетворения потребностей общества в товарах и услугах, производимых предприятием, а также с позиций решения важнейших социальных проблем трудовых коллективов и среды обитания организации.

### ***1.1.5. Государственная собственность в строительстве***

Развитие рыночного хозяйствования на рынке происходит с учетом регионального самофинансирования и самообеспечения регионов ресурсами, формирования собственного территориального рынка, что необходимо учитывать в управлении на уровне государства.

Государственный вид собственности включает в себя:

- министерства;
- учреждения социального обеспечения и здравоохранения; учебные и культурные заведения; предприятия транспорта и связи, космос и вооруженные силы;
- государственные и региональные органы власти;
- местные органы власти; государственные (муниципальные) предприятия, а также национализированные отрасли промышленности.

Государственным предприятием признается **унитарное предприятие** – коммерческая организация, не наделенная правом собственности на закрепленное за ней собственником имущество, которое является неделимым и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе и между работниками предприятия. Имущество унитарного предприятия принадлежит ему на праве оперативного управления или хозяйственного ведения и отражается на самостоятельном балансе предприятия.

Создание государственных предприятий на основе объединения имущества, относящегося к государственной собственности нескольких субъектов, не допускается. Организации, основанные на таком объединении, создаются исключительно в форме хозяйственных обществ.

Государственное предприятие является юридическим лицом, имеет фирменное наименование с указанием его организационно-правовой формы и наименованием субъекта, к собственности которого относится имущество предприятия.

Унитарное предприятие отвечает по своим обязательствам всем принадлежащим ему имуществом и не несет ответственности по обязательствам собственника его имущества.

Учредительным документом государственного предприятия является устав, утверждаемый органом, уполномоченным собственником, в котором помимо иных сведений, предусмотренных законодательством, должны указываться акт органа государственной власти, являющийся решением о его создании, предмет и цель деятельности предприятия.

Управление государственным предприятием осуществляется в соответствии с законодательством и уставом предприятия. Предприятие самостоятельно определяет структуру органов управления и затраты на их содержание. Собственник предприятия или уполномоченные им органы могут полностью или частично делегировать эти права высшему органу управления предприятия, предусмотренному его уставом (совету предприятия, правлению и т. д.).

Руководитель государственного предприятия действует на принципе единоначалия и несет ответственность перед собственником предприятия за последствия своих действий в соответствии с законодательством и заключенным контрактом. Руководитель не вправе иметь личный финансовый интерес в сделке, стороной которой является или намеревается быть предприятие.

## **Государственное коммерческое предприятие**

Унитарное предприятие, основанное на праве хозяйственного ведения, создается по решению уполномоченного на то государственного органа или органа местного самоуправления. Учредительным документом предприятия, основанного на праве хозяйственного ведения, является его устав, утверждаемый уполномоченным на то государственным органом или органом местного самоуправления.

Имущество государственного коммерческого предприятия формируется за счет средств, выделяемых целевым назначением из соответствующего бюджета, имущества, передаваемого предприятию собственником, доходов от собственной предпринимательской деятельности, других источников.

В уставе государственного коммерческого предприятия указывается размер его уставного фонда, который не может быть менее 1000 установленных законодательством минимальных размеров месячной оплаты труда или большие суммы, установленной законодательством на дату регистрации предприятия. Государственное коммерческое предприятие обязано:

- формировать резервный фонд в размерах, определяемых его уставом и составляющих не менее 10% от его уставного фонда, направляя на эти цели остающуюся в его распоряжении прибыль до достижения резервным фондом установленной величины;
- использовать средства резервного фонда исключительно на покрытие убытков, а также на возврат бюджетных ссуд и выплату процентов по целевым государственным кредитам в случае недостаточности средств предприятия;
- перечислять в соответствующий бюджет часть прибыли, остающейся в его распоряжении после уплаты налогов и иных обязательных платежей и формирования резервного фонда в размерах, определяемых собственником в пределах 10% чистой прибыли предприятия.

Унитарное предприятие, основанное на праве хозяйственного ведения, может создать в качестве юридического лица другое унитарное предприятие путем передачи ему в установленном порядке части своего имущества в хозяйственное ведение (дочернее предприятие).

Степень имущественной обособленности у различных предприятий различна. Так, степень имущественной обособленности государственных унитарных предприятий, не являющихся собственниками переданного им государственного имущества, выражается в закреплении за ними такого имущества на праве хозяйственного ведения. Ясно, что по отношению к этому имуществу предприятие обладает меньшей совокупностью прав, нежели собственник по отношению к своему имуществу.

Собственник имущества, находящегося в хозяйственном ведении, в соответствии с законом решает вопросы создания предприятия, определения предмета и целей его деятельности, его реорганизации и

ликвидации, назначает руководителя предприятия, осуществляет контроль за использованием по назначению и сохранностью принадлежащего предприятию имущества. Собственник имеет право на получение части прибыли от использования имущества, находящегося в хозяйственном ведении предприятия.

Предприятие не может продавать принадлежащее ему на праве хозяйственного ведения имущество, сдавать его в аренду, отдавать в залог, вносить в качестве вклада в уставный (складочный) капитал хозяйственных обществ и товариществ или иным способом распоряжаться этим имуществом без согласия собственника.

Действовавшая ранее схема взаимоотношений государства и хозяйственных субъектов строительной отрасли предполагала возможность управления строительными организациями только через вертикальные структуры и связи управления посредством командно-административного воздействия. В настоящее время такая схема для основной массы функционирующих строительных организаций устарела.

Командно-административная система требовала от строительных организаций безупречного исполнения указаний «сверху». При этом сами строительные организации обязаны были расходовать заработанные средства (прибыль) на производственное и социальное развитие в строго выделенных размерах, получать сырье от закрепленных за ними поставщиков и передавать готовую продукцию заранее определенным потребителям по стабильным ценам, установленным вышестоящими органами управления. Потребитель к производителю был привязан планом и создавать конкуренцию в тех экономических условиях не мог.

При переходе на новые хозяйственные отношения при преобразовании прежних органов управления всех уровней была нарушена полностью управленческая вертикаль. Кроме того, при преобразовании государственных предприятий в акционерные общества изменились принципы управления ими. Государство (или уполномоченный им орган) может прямо влиять на хозяйственную деятельность акционерного предприятия, владея контрольным пакетом акций.

#### ***1.1.6. Муниципальная собственность в строительстве***

Вместо единого общего рынка предприятиям сейчас приходится действовать в условиях раздробленности, при которой в каждом рыночном анклавe имеют место свои юридические, экономические и национальные особенности, в том числе и в ценообразовании. Намного труднее становится разрешение проблем и с производством, снабжением, организацией отношений, расчетами, планированием, маркетингом. В деятельности строительных компаний немалую роль играет давление со стороны местных органов власти с тем, чтобы в рамках производства и реализации продукции и услуг, в социальном обслуживании, политике занятости в первую очередь учитывались местные интересы.

Для развития украинского бизнеса, в частности строительного, не

имеется пока серьезной правовой основы. Решения вышестоящих органов порой так «корректируются» местными властями, что по существу вообще перечеркиваются. Все уровни управления вводят дополнительные налоги или другие аналогичные платежи. Нередко постановления центральных и местных властей противоречат друг другу, вводятся задним числом. В результате предприятия несут неожиданные убытки и оказываются на грани банкротства.

Тем не менее в нынешних условиях в Украине просматривается тенденция перемещения центров хозяйствования на уровень регионов, экономическая самостоятельность которых в переходный период растет. С одной стороны, это приводит к увеличению количества и сложности задач, решаемых в регионах, чему является подтверждением все вышесказанное, а с другой – существенно упрощает систему управления национальным хозяйством в целом, снижает элемент случайности и способствует росту управляемости экономики Украины.

Имущество, принадлежащее на праве собственности городским и сельским поселениям, а также другим муниципальным образованиям, является муниципальной собственностью. От имени муниципального образования права собственности осуществляют органы местного самоуправления в рамках их компетенции, установленных актами, определяющими статус этих органов, а также юридические лица и граждане.

Средства местного бюджета и иное муниципальное имущество, закрепленное за муниципальными предприятиями и учреждениями, составляют муниципальную казну соответствующего городского, сельского поселения или другого муниципального образования.

Муниципальное предприятие учреждается местными органами. Имущество муниципального предприятия образуется за счет ассигнований из средств соответствующего местного бюджета и (или) вкладов других муниципальных предприятий, а также полученных доходов. Указанное имущество передается в хозяйственное ведение предприятию в лице его трудового коллектива.

Руководитель муниципального предприятия пользуется правами, несет обязанности и ответственность, предусмотренные законодательством, уставом предприятия и заключенным с ним контрактом.

Уставом предприятия могут быть определены другие категории должностных лиц, нанимаемых по контракту, заключаемому с собственником или уполномоченным им органом.

Контроль за деятельностью муниципальных предприятий осуществляется органами, уполномоченными собственником. Годовой баланс и отчет о финансово-хозяйственной деятельности предприятия предоставляется соответствующему органу.

Степень имущественной обособленности муниципальных унитарных предприятий, не являющихся собственниками переданного им имущества,

выражается в закреплении за ними такого имущества на праве хозяйственного ведения. Ясно, что по отношению к этому имуществу предприятие обладает меньшей совокупностью прав, нежели собственник – по отношению к своему имуществу.

Учреждения, не являющиеся собственниками закрепленного за ними имущества, владеют и пользуются им на праве оперативного управления. Права такого юридического лица по отношению к закрепленному за ним имуществу еще уже, чем при осуществлении права хозяйственного ведения.

Муниципальное унитарное предприятие, которому имущество принадлежит на праве хозяйственного ведения или оперативного управления, владеет, пользуется и распоряжается этим имуществом в пределах, определяемых в соответствии с Гражданским кодексом.

На фоне сложившейся ситуации, характеризующейся расформированием крупных образований строительной отрасли и возникновением новых организационных формирований, в результате чего раздробленность строительного комплекса может стать неконтролируемой, проблема направления деятельности строительных организаций в единое русло в соответствии с целями и задачами, стоящими перед данным регионом, становится все более актуальной. Решению ее во многом может способствовать выбор для строительных организаций таких организационно-правовых форм, которые отвечали бы требованиям функционирования в рыночных условиях, обладали бы гибкостью и жизнеспособностью, и в то же время обеспечивали бы необходимое единение строительного комплекса региона.

#### ***1.1.7. Индивидуальные субъекты хозяйствования в строительстве***

Единоличное владение связано с индивидуальной хозяйственной деятельностью, направленной на получение личного дохода или прибыли. Частная (индивидуальная) хозяйственная деятельность осуществляется от своего имени и на свой риск.

На территории Украины индивидуальные предприниматели имеют те же права, что и юридические лица. Впрочем, физическое лицо в целях извлечения прибыли может не только учредить юридическое лицо и получать прибыль от его деятельности, но и вправе заниматься индивидуальной предпринимательской деятельностью без образования юридического лица, что имеет ряд особенностей.

Согласно закону физическое лицо приобретает статус индивидуального предпринимателя с момента его государственной регистрации, после чего оно имеет возможность заниматься бизнесом в соответствии с правилами, регулирующими деятельность коммерческих юридических лиц. Предприниматель может совершать любые не запрещенные законом сделки, заключать контракты, в том числе трудовые и подрядные договоры с наемными работниками и исполнителями,



открывать счета в кредитных учреждениях и распоряжаться находящимися на этих счетах денежными средствами.

Индивидуальный предприниматель несет полную и неограниченную ответственность за результаты своей деятельности. В случае образования долга он расплачивается всем своим имуществом.

Единоличный собственник имеет право:

- создавать предприятия;
- приобретать какое-либо имущество или имущественные права;
- использовать имущество других лиц или даже предприятий, если это оговорено соглашением;
- нанимать и увольнять работников;
- получать определенный кредит и открывать счет в банке;
- самостоятельно распределять прибыль от предпринимательской деятельности, оставшуюся после уплаты подоходного налога.

Каждое физическое лицо может использовать имеющиеся у него в индивидуальной собственности имущество по своему усмотрению. Единоличный собственник имеет право как создавать предприятия, так и вкладывать свой капитал в другие сферы деятельности, извлекая из этого прибыль. Количество и стоимость имущества законом не ограничиваются.

**Индивидуальным частным предприятием** является предприятие, принадлежащее гражданину на праве собственности или членам его семьи на праве общей долевой собственности, если иное не предусмотрено договором между ними.

Имущество индивидуального частного предпринимателя формируется из имущества гражданина (семьи), полученных доходов и других законных источников. Индивидуальное предприятие может быть образовано в результате приобретения гражданином (семьей) государственного или муниципального предприятия.

Собственник индивидуального частного предприятия ведет дело за свой счет, лично занимается управлением и несет личную ответственность за обеспечение его необходимыми средствами, самостоятельно принимает решения. Его вознаграждением является полученная в результате предпринимательской деятельности прибыль, но наряду с этим он принимает на себя весь риск от потерь в случае банкротства.

Юридическое оформление индивидуального частного предприятия предусматривает регистрацию его устава в государственных органах, получение лицензии, в случае необходимости, на те виды деятельности, которыми занимается предприятие, предоставление декларации о состоянии финансов, соблюдение действующего законодательства о найме на работу, если применяется труд других лиц, а также инструкций и соответствующих требований к качеству сырья.

Индивидуальная хозяйственная деятельность прекращается по решению самого предпринимателя (собственника) или суда. Суд вправе прекратить индивидуальную деятельность в случае признания частного предпринимателя банкротом или из-за нарушения действующего законодательства.

Вместе с тем нельзя упускать из вида, что по своему правовому статусу индивидуальный предприниматель в первую очередь является все же гражданином, физическим лицом. Так, индивидуальному предпринимателю разрешается иметь в собственности только то имущество, которым вообще вправе обладать граждане. С другой стороны, он как гражданин в отличие от юридического лица может наследовать и завещать свое имущество. В случае смерти единоличного собственника все его права и обязанности переходят к его правопреемникам.

Также единоличный собственник имеет возможность заниматься любой законной деятельностью, а также работать в государственных и частных структурах при условии, что эту должность или работу разрешено совмещать с предпринимательством. Единоличный собственник может иметь права как имущественного, так и неимущественного характера: права автора литературного или художественного произведения, научного открытия или изобретения либо охраняемого законом творческого результата. Кроме того, гражданин наделен правами на защиту чести, достоинства и деловой репутации, а также неприкосновенности личной жизни.

Преимущества индивидуальных частных предприятий определяются, в частности, тем, что контрагенты, как правило, известны предпринимателю и он может незамедлительно реагировать на изменение их потребностей и запросов.

Индивидуальному предпринимательству свойственна гибкость, возможность оперативного принятия решений, так как нет необходимости тратить время на консультации с партнерами для решения вопросов.

К недостаткам индивидуальных частных предприятий можно отнести ограниченность финансовых ресурсов, лимитированных личными средствами и возможностями займа. Это обуславливает и ограниченность масштабов бизнеса узкими рамками капитала, суженность перспектив достижения крупномасштабного производства, слабую конкурентоспособность и большую зависимость от внешней среды.

Нельзя не отметить, что в настоящее время в Украине предпринимаются меры, направленные на поддержку малого бизнеса, в том числе индивидуальных предпринимателей, которым должны предоставляться льготные кредиты, информационное, технологическое и кадровое содействие. В качестве одной из таких мер для индивидуальных предпринимателей установлен упрощенный режим налогообложения.

Малое предпринимательство выступает структурообразующим фактором экономики. Крупные предприятия, составляющие стержень любой отрасли, всегда воплощают результаты структурных изменений и в этом смысле олицетворяют стабильное «консервативное» начало экономики. Предприятия же малые, готовя почву для становления новых видов производств и рынков новых изделий, впервые осваивая научно-технические открытия, продвигая инновационные процессы, функционируют в качестве революционного, иницирующего структурные

сдвиги начала, сопрягаемого с предприимчивостью деловых людей.

### ***1.1.8. Приватизация государственного и муниципального имущества в строительстве***

Приватизация является одним из важнейших процессов. Поскольку рынок недвижимости тесно связан со строительной отраслью, то знание законов функционирования этого рынка позволит строительным организациям эффективнее проводить работу по вопросам преобразования или реализации производственных (в том числе и незавершенных) объектов собственности.

В период плановой экономики в собственности государства находились земля, недра, леса, объекты производственного назначения, все виды общественного транспорта, средства связи, кредитные учреждения, организованные государством сельскохозяйственные, торговые, коммунальные и иные предприятия, а также основной жилой фонд в городах и поселках городского типа. Объекты исключительной собственности государства (земля, недра, вода, леса) изымались из товарного оборота и не проводились по балансу тех предприятий и организаций, которым были предоставлены в пользование и распоряжение. Рынок недвижимости в этот период был представлен только жилым фондом частного сектора, сделки совершались нотариально, инфраструктура рынка отсутствовала.

Согласно ГК, имущество, находящееся в государственной или муниципальной собственности, может быть передано его собственником в собственность граждан и юридических лиц в порядке, предусмотренном законами о приватизации государственного и муниципального имущества.

При приватизации государственного и муниципального имущества предусмотренные кодексом положения, регулирующие порядок приобретения и прекращения права собственности, применяются, если законами о приватизации не предусмотрено иное. Основания приобретения права собственности отражены в соответствующем Законодательстве Украины, которое гласит, что право собственности на плоды, продукцию, доходы, полученные в результате использования имущества, приобретает лицом, использующим это имущество на законном основании, если иное не предусмотрено законом, иными правовыми актами или договором об использовании этого имущества. Право собственности на имущество, у которого есть собственник, может быть приобретено другим лицом на основании договора купли-продажи, мены, дарения или иной сделки об отчуждении этого имущества.

В случае реорганизации юридического лица право собственности на принадлежащее ему имущество переходит к юридическим лицам – правопреемникам реорганизованного юридического лица.

К настоящему времени произошли значительные перемены и функциональные разграничения. Так, продавцами государственной и муниципальной собственности выступают фонды имущества, появились

риелторские структуры, которые осуществляют помощь фондам имущества, а также приватизированным предприятиям и физическим лицам вести продажу недвижимости.

Нельзя отрицать, что приватизация государственной собственности стала одним из ключевых механизмов реформирования экономики Украины. В значительной части работ, посвященных приватизации, утверждается, что смена собственности – ключ к повышению эффективности производства, хотя никакого автоматизма в этой связке нет.

Законодатель пока не пошел на признание повсеместно частной собственности за ведущими предприятиями, хотя отверг право оперативного управления и ввел право полного хозяйственного ведения, тем самым предоставив предприятию более широкие возможности, близкие к тем, которые дает право собственности. Однако получение права полного хозяйственного ведения не превратило государственное предприятие в собственника. Хотя имущественное право собственников и сконструировано по модели права собственности, из-за различных правовых отношений принадлежности имущества либо государству, либо предприятию имеют место несовпадающие, неодинаковые по содержанию правомочия. В условиях постепенного сокращения объема полномочий государства как собственника реально встает вопрос о гарантиях стабильности частной собственности конкретных субъектов.

Много вопросов вызывает разграничение собственности на государственную и муниципальную, а предприятий, соответственно, – на государственные и муниципальные. Речь идет о формировании реального класса собственников, наделенных имуществом для ведения предпринимательской деятельности.

Стремления к сохранению единого строительного комплекса, к предотвращению ухода ряда субъектов строительства в более прибыльные сферы предпринимательства являются факторами, которые должны получить соответствующее осмысление в холдинговой концепции. Представляется, что изменение нынешнего положения и последующее развитие строительного комплекса будет происходить за счет появившихся еще в 1995 г. тенденций к интеграции производственного потенциала промышленных предприятий и финансовых возможностей институтов, что приобрело форму финансово-промышленных групп, холдинговых компаний. Интеграция строительных предприятий в крупные научно-производственные структуры, мощность которых будет позволять им осуществление значительных инвестиционных проектов, должна быть всемерно поддержана со стороны государства, потому что именно они составят базу конкурентоспособного, высокоиндустриального строительного комплекса Украины.

Создание рыночного механизма регулирования всех сфер экономической деятельности как в народном хозяйстве, так и в строительной отрасли, сопровождалось изменением прежних и появлением

новых форм собственности. Для переходной украинской экономики, то есть экономики, где важнейшее значение имеет не просто функционирование сложившихся связей и элементов, а действие их в новых условиях, вопрос собственности является одним из главных. Частная и общественная формы собственности – два крайних полюса, где индивидуальная капиталистическая собственность относится к первому, а государственная – ко второму. Акционерная, кооперативная и коллективная организационно-правовые формы, соответствуя переходным формам собственности, находятся между ними.

Законодательно закреплено равенство всех организационно-правовых форм, а также следующие их виды: акционерные общества, общества с ограниченной ответственностью, общества с дополнительной ответственностью, полные товарищества, коммандитные товарищества, государственные и муниципальные унитарные предприятия, а также предприятия, находящиеся в единоличной собственности. Каждая компания должна иметь возможность так выбирать организационно-правовую форму, как она считает необходимым в соответствии с ее коммерческими целями, оставаясь при этом в рамках закона.

Непрерывный поиск наиболее прогрессивных организационно-правовых форм направлен на создание таких систем, которые позволили бы сочетать современные жесткие требования рынка к техническому уровню и качеству продукции, растущую степень индивидуализации потребительских запросов с минимизацией стоимости и сроков реализации. Кроме того, организационно-правовая форма должна четко обрисовывать права и обязанности участников производственного процесса, возникающие при движении факторов производства и созданного продукта, распределении прибыли, а также в процессе приобретения и отчуждения имущества предприятия. Выбор формы предприятия является важнейшим стратегическим вопросом и зависит от личных пристрастий и вкусов, но, в основном, определяется объективными условиями: сферами деятельности, наличием денежных средств, плюсами и минусами самых форм предприятий.

В строительной индустрии Украины взамен типизации строительных трестов и управлений все больше приходит разнообразие строительных компаний и фирм – как по формам собственности, по организационно-правовому их статусу, так и по их размерам, задачам. Наиболее распространенной формой приватизации строительных предприятий в Украине стало акционирование. Строительные компании можно подразделить на несколько групп, отличающихся построением своего менеджмента.

Первая группа – строительные тресты, преобразованные в акционерные общества в процессе их приватизации. Внутри этой группы следует выделить две подгруппы: во-первых, оставшиеся едиными акционерными обществами со структурными подразделениями (управлениями), не имеющими статуса юридических лиц; во-вторых,

тресты, распавшиеся на самостоятельные акционерные общества с правами самостоятельных предприятий.

Вторая группа – вновь возникшие строительные фирмы, являющиеся, как правило, или прежними кооперативами (ставшие товариществами с ограниченной ответственностью) или частными предприятиями.

И для тех, и для других в современных условиях особенное значение приобретает выбор наиболее экономичных решений при планировании капитальных вложений, проектировании объектов капитального строительства, эксплуатации промышленных предприятий. Выполнение данных требований, предъявляемых к строительной организации в данных условиях, равно как и переход к рыночной экономике в целом, невозможен без изменений базисных отношений собственности, поскольку движущей силой экономического развития в условиях рынка является именно интерес собственника, нацеленный на получение наилучшего экономического результата.

## **1.2. Инвестирование и основные категории анализа инвестиционных проектов**

### ***1.2.1. Инвестиции и их суть***

#### ***1.2.1.1. Общие концептуальные положения***

Исходное условие инвестирования капитала – получение в будущем экономической отдачи в виде денежных поступлений, достаточных для возмещения первоначально инвестированных затрат капитала, в течение срока осуществления инвестиционного проекта.

Чтобы судить о привлекательности любого инвестиционного проекта, следует рассмотреть четыре элемента:

- 1) объем затрат – *инвестиций* (investment);
- 2) потенциальные выгоды в виде *денежных поступлений* от хозяйственной деятельности (operating cash flows);
- 3) *экономический срок жизни инвестиций*, т. е. период времени, в течение которого инвестированный проект будет приносить доход (economic life);
- 4) любое высвобождение капитала в конце срока экономического жизненного цикла инвестиций – *ликвидационная стоимость* (terminal value).

На рис. 1.1 приведен финансовый профиль гипотетического инвестиционного проекта.

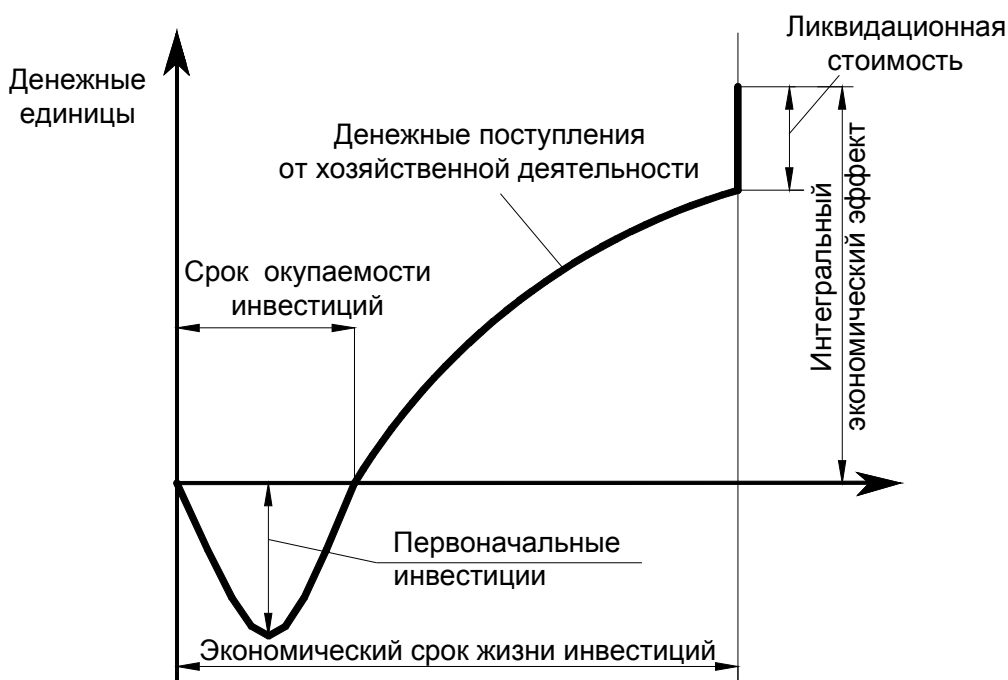


Рис. 1.1 – Финансовый профиль гипотетического инвестиционного проекта

Экономический анализ этих четырех элементов позволяет оценить привлекательность инвестиционного проекта.

#### 1.2.1.2. Основные типы инвестиций

Одной из важнейших сфер деятельности любого предприятия является инвестиционная, то есть операции, связанные с вложением денежных средств в реализацию проектов, которые будут обеспечивать получение предприятием выгод в течение определенного периода времени.

В коммерческой практике принято различать следующие типы таких инвестиций:

- 1) инвестиции в основные средства;
- 2) инвестиции в нематериальные активы;
- 3) инвестиции в денежные активы.

Под денежными активами понимаются право на получение денежных сумм от других физических и юридических лиц, например депозиты в банке, облигации, акции и т. д.

Инвестиции в основные средства и нематериальные активы принято называть инвестициями в реальные активы. Оба типа инвестиций имеют большое значение для сохранения жизнеспособности предприятия и его развития. Однако в настоящем учебном пособии мы сосредоточимся на проблемах инвестиций в реальные активы, полагая, что проблемы денежных инвестиций излагаются в курсе финансового менеджмента.

В системе воспроизводства, безотносительно к его общественной форме, инвестициям принадлежит важнейшая роль в деле возобновления и увеличения производственных ресурсов, а следовательно, и в обеспечении определенных темпов экономического роста. Если представить общественное воспроизводство как систему производства, распределения,

обмена и потребления, инвестиции, главным образом, касаются первого звена – производства, и, можно сказать, составляют материальную основу его развития.

Само понятие «инвестиции» (от лат. *investio* – одеваю) означает вложения капитала в отрасли экономики внутри страны и за границей. Различают финансовые (покупка ценных бумаг) и реальные инвестиции (вложения капитала в промышленность, сельское хозяйство, строительство, образование и др.).

Реальные инвестиции представляют собой вложения капитала в какую-либо отрасль экономики или предприятие, результатом чего является образование нового капитала или приращение наличного капитала (здания, оборудование, товарно-материальные запасы и т. д.). Финансовые же – вложения капитала (государственного или частного) в акции, облигации, иные ценные бумаги. Здесь прироста реального капитала не происходит, происходит лишь покупка, передача титула собственности. Налицо, таким образом, трансфертные (т. е. передаточные) операции.

Понятие инвестиционных ресурсов охватывает все произведенные средства производства, т. е. все виды инструмента, машины, оборудование, фабрично-заводские, складские, транспортные средства и сбытовую сеть, используемые в производстве товаров и услуг и доставке их к конечному потребителю. Процесс производства и накопления этих средств производства называется инвестированием.

Инвестиционные товары (средства производства) отличаются от потребительских товаров тем, что последние удовлетворяют потребности непосредственно, тогда как первые делают это косвенно, обеспечивая производство потребительских товаров. Фактически по своему содержанию инвестиции представляют собой тот капитал, при помощи которого умножается национальное богатство. При этом следует иметь в виду, что термин «капитал» не подразумевает деньги. Правда, менеджеры и экономисты часто говорят о «денежном капитале», имея в виду деньги, которые могут быть использованы для закупки машин, оборудования и других средств производства. Однако деньги как таковые ничего не производят, а следовательно, их нельзя считать экономическим ресурсом. Реальный капитал – инструмент, машины, оборудование, здания и другие производственные мощности – это экономический ресурс; деньги, или финансовый капитал, таким ресурсом не являются.

Инвестиции – это то, что «откладывают» на завтрашний день, чтобы иметь возможность больше потреблять в будущем. Одна часть инвестиций – это потребительские блага, которые не используются в текущем периоде, а откладываются в запас (инвестиции на увеличение запасов). Другая часть инвестиций – это ресурсы, которые направляются на расширение производства (вложения в здания, машины и сооружения).

В системе национальных счетов Украины статистика инвестиций (капитальных вложений) включает только материальные затраты



(на машины, здания, сооружения), но не учитывает важнейшие инвестиции в «знания», «интеллект», научные исследования и образование. Подобный подход, при котором в инвестиции включаются лишь непосредственно материальные компоненты, не позволяет точно определять действительный объем инвестиций.

Таким образом, под инвестициями понимаются те экономические ресурсы, которые направляются на увеличение реального капитала общества, то есть на расширение или модернизацию производственного аппарата. Это может быть связано с приобретением новых машин, зданий, транспортных средств, а также со строительством дорог, также затраты на образование и научные исследования, на подготовку кадров. Эти затраты представляют собой инвестиции в «человеческий капитал», которые на современном этапе развития экономики приобретают все большее и большее значение, так как в конечном счете именно результатом человеческой деятельности являются и здания, и сооружения, и машины, и оборудование, и, самое главное, основной фактор современного экономического развития – интеллектуальный продукт, который предопределяет экономическое положение страны в мировой иерархии государств.

Структуру инвестиций можно представить при помощи следующей схемы (рис. 1.2).

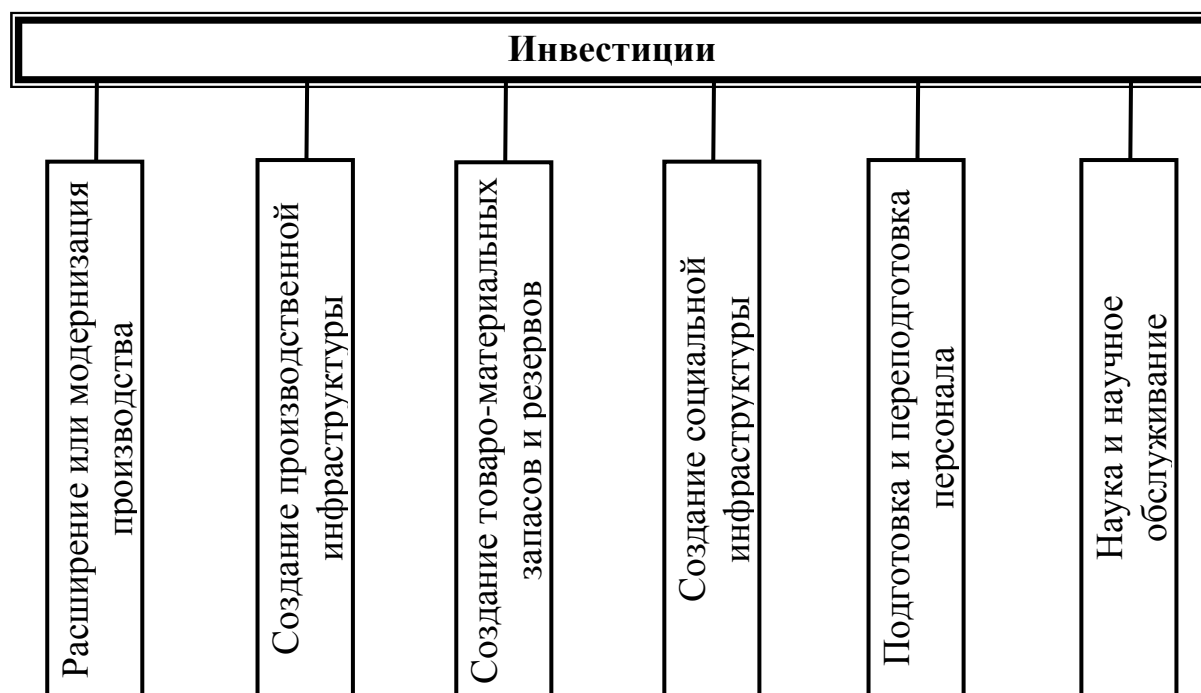


Рис. 1.2 – Структура инвестиций

В системе отношений расширенного воспроизводства инвестиции выполняют важнейшую структурообразующую функцию. От того, в какие отрасли народного хозяйства вкладываются средства для его развития, зависит будущая структура экономики: или преобладающими будут машиностроительные заводы, выпускающие сельхозтехнику, или

машиностроительные заводы, выпускающие военную технику и снаряжение. Или, далее, преобладание будет на стороне строительных фирм, специализирующихся на возведении крупных производственных комплексов, или на стороне строительных фирм, возводящих комфортное жилье.

Частные инвестиции в основном полностью сосредоточены на задаче получения прибыли. Следовательно, уровнем прибыльности каждой отдельной отрасли экономики, подотрасли, отдельного предприятия определяется уровень инвестиционной предпочтительности данной отрасли, подотрасли, предприятия.

Прибыльность – это важнейший структурообразующий критерий, определяющий приоритетность инвестиций. Негосударственные источники инвестиций направляются прежде всего в высокорентабельные отрасли с быстрой оборачиваемостью капитала. В этих условиях сферы экономики с медленной окупаемостью вложенных средств остаются недоинвестированными. Чрезмерное инвестирование приводит к инфляции («перегреву» экономики), недостаточное же – к дефляции. Эти крайние полюсы экономической политики должна регулировать эффективная стратегия в области налогов, государственных расходов, кредитно-денежных и финансово-бюджетных мероприятий, осуществляемых правительством.

Переход к рыночным отношениям в инвестиционной сфере прежде всего касается ее источников. Инвестиции могут осуществляться за счет собственных финансовых ресурсов инвестора (амортизационные отчисления, прибыль, денежные накопления, сбережения граждан, юридических лиц и др.), *привлеченных финансовых средств инвесторов* (банковские, бюджетные, облигационные кредиты, а также средства, полученные от продажи акций, облигаций, паевых и других взносов граждан и юридических лиц), *бюджетных инвестиционных ассигнований и заимствованных финансовых ресурсов* (кредиты, займы).

По характеру формирования инвестиций, в современной макроэкономике, в связи с построением моделей народного хозяйства, в частности моделей мультипликатора, принято различать автономные и индуцированные инвестиции.

Под автономными инвестициями понимается образование нового капитала независимо от нормы процента или уровня национального дохода. Причинами появления автономных инвестиций являются внешние факторы: инновации (нововведения), преимущественно связанные с техническим прогрессом, расширение внешних рынков, прирост населения, перевороты, войны. Наиболее типичным примером автономных инвестиций являются инвестиции государственных или общественных организаций, связанные со строительством военных и гражданских сооружений, дорог и т. д. Под индуцированными инвестициями понимают образование нового капитала в результате увеличения уровня потребительских расходов. Автономные инвестиции дают первоначальный

толчок росту экономики, вызывая эффект мультипликации, а индуцированные, являясь результатом возросшего дохода, приводят к его дальнейшему росту.

Процесс формирования и использования инвестиционных ресурсов охватывает определенный период, который принято называть инвестиционным циклом. Если рассматривать реальные инвестиции, то он включает следующие этапы: научные разработки; проектирование; строительство; освоение. Его можно представить следующей схемой (рис. 1.3).



Рис. 1.3 – Структура инвестиционного цикла в строительстве

Инвестиции играют центральную роль в экономическом процессе, они предопределяют общий рост экономики. В результате инвестирования средств в экономику увеличиваются объемы производства, растет национальный доход, развиваются и уходят вперед в экономическом соперничестве отрасли и предприятия, в наибольшей степени удовлетворяющие спрос на те или иные товары и услуги. Полученный прирост национального дохода частично вновь накапливается, происходит дальнейшее увеличение производства, процесс повторяется непрерывно. Таким образом, инвестиции, образуемые за счет национального дохода в результате его распределения, сами обуславливают его рост,

расширенное воспроизводство. При этом чем эффективнее инвестиции, тем больше рост национального дохода, тем значительнее абсолютные размеры накопления (при данной его доле), которые могут быть вновь вложены в производство. При достаточно высокой эффективности инвестиций прирост национального дохода может обеспечить повышение доли накопления при абсолютном росте потребления.

Было бы неправильно связывать рост национального дохода только с производственными инвестициями, хотя очевидно, что они непосредственно определяют увеличение производственных мощностей и выпуска продукции. Следует отметить, что на этот рост оказывают значительное воздействие, хотя и косвенное, также и инвестиции в сферу нематериального производства, причем общемировая тенденция состоит в том, что значение их в дальнейшем наращивании экономического потенциала возрастает.

Большая доля инвестиционной деятельности приходится на строительный сектор экономики. Поэтому необходимо уточнить роль и значение в воспроизводственном процессе таких категорий, как капитальные вложения и капитальное строительство.

Капитальные вложения представляют собой совокупность затрат, связанных с созданием и обновлением основных фондов народного хозяйства, предназначенных для развития экономики. Они представляют собой более широкое понятие, чем капитальное строительство.

Капитальное строительство является составной частью капитальных вложений. В процессе капитального строительства осуществляется лишь часть капитальных вложений, равная проектно-сметной стоимости строительно-монтажных работ по данному объекту.

Строительство – одна из крупнейших отраслей народного хозяйства, которая включает строительно-монтажные, подрядные, проектно-изыскательские, проектно-конструкторские организации и фирмы, научно-исследовательские учреждения строительного профиля, органы хозяйственного управления строительством, а также разнообразные мелкие и средние частные и коллективные строительные фирмы. Особенность строительства заключается в сооружении недвижимых объектов основных фондов; создаваемая продукция неподвижна и используется по месту ее нахождения. Процесс строительства отличается, как правило, большой длительностью, капиталоемкостью и материалоемкостью, продукция носит индивидуальный характер, поскольку предназначена для отдельного заказчика. Каждый объект строительства осуществляется по индивидуальному проекту и привязан к определенной территории, поэтому средства труда и рабочая сила постоянно перемещаются с одного объекта на другой. Весьма разнообразен характер сооружаемых объектов и выполняемых работ, стоимость которых определяется специфической ценой – сметной стоимостью. Конечным результатом строительства является строительная продукция, представляющая собой сданные в эксплуатацию

производственные мощности и основные фонды по полной сметной стоимости.

Значительная часть капитальных вложений осуществляется, минуя стадию строительства, например в виде затрат на приобретение транспортных средств, сельскохозяйственной техники, оборудования, не требующего монтажа и т. п. При помощи капитальных вложений осуществляется регулирование пропорций и темпов развития отдельных отраслей народного хозяйства.

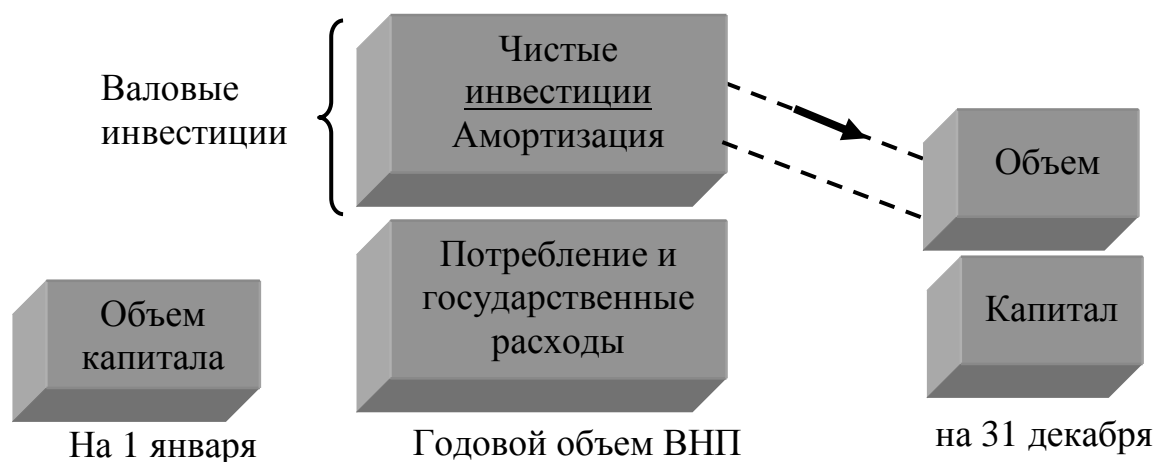
К капитальным вложениям относятся затраты на строительно-монтажные работы, приобретение оборудования, требующего и не требующего монтажа, предусмотренного в сметах на строительство, производственного инструмента и хозяйственного инвентаря, включаемых в сметы строительства, машин и оборудования, оргтехники, не входящих в сметы строительства, прочие капитальные затраты и работы.

Воспроизводство основных фондов народного хозяйства происходит посредством трех основных каналов поступления инвестиционных вложений: государственных капитальных вложений; капитальных вложений, осуществляемых за счет предприятий и компаний; инвестиций, осуществляемых за счет ресурсов инвестиционных фондов и компаний, формируемых на основе аккумуляции денежных средств населения.

Из общей величины инвестиционных вложений большая часть приходится на капитальные вложения в расширенное воспроизводство, основным источником которых является национальный доход. О величине этих вложений, называемых чистыми инвестициями, можно судить по приросту основных фондов, хотя точного соответствия между ними за каждый отрезок времени может не быть.

Прирост основных фондов за определенный период, как правило за год, исчисляется по стоимости завершенных объектов строительства, принятых на баланс, а капитальные вложения данного года состоят из отпущенных банками средств, которые воплощаются в завершенные и сданные основные фонды по прошествии необходимого для завершения строительства определенного времени.

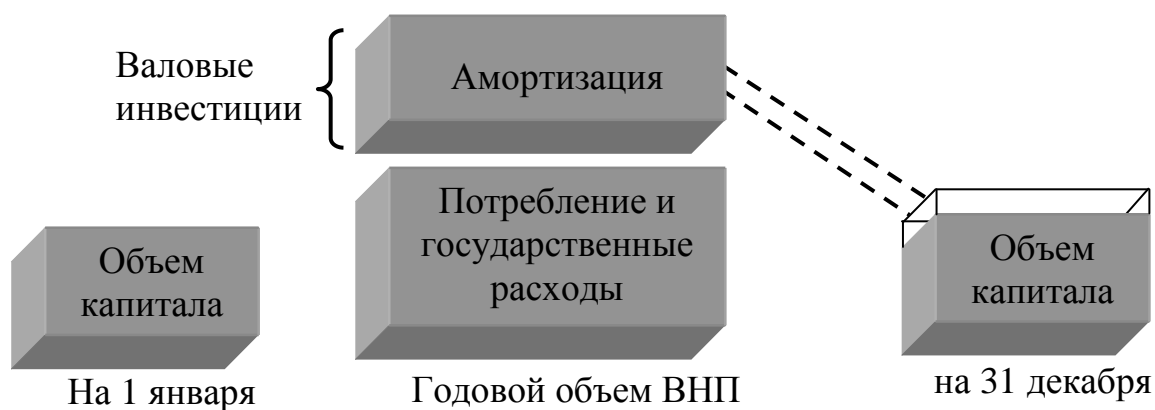
В растущей экономике (рис. 1.4 а) валовые инвестиции превышают амортизацию, что означает, что объем капитала возрастает. В статичной экономике (рис. 1.4 б) валовые инвестиции полностью замещают капитал, потребленный в процессе производства годового объема продукции. В стагнирующей экономике (рис. 1.4 в) валовых инвестиций недостаточно, чтобы заместить капитал, потребленный в годовом производстве. В результате происходит сокращение объема капитала в экономике, ускорения выбытия устаревшего оборудования, а следовательно, и увеличение фонда возмещения. Тогда сумма амортизации повысилась бы.



а) Растущая экономика



б) Статичная экономика



в) Сокращающаяся экономика

Рис. 1.4 – Растущая, статичная и стагнирующая экономика

Различают отраслевую и территориальную, технологическую и воспроизводственную структуры капитальных вложений.

Для технического обновления производства большое значение имеет использование капитальных вложений на реконструкцию действующих предприятий. В связи с этим очень важно установить целесообразное соотношение между вложениями в новое строительство, реконструкцию, модернизацию и расширение существующих производственных мощностей.

Для того чтобы реконструкция предприятий заняла подобающее ей место, нужно предусматривать ее как обязательную стадию долгосрочного развития каждого предприятия, аналогично тому, как планируется капитальный ремонт здания и оборудования предприятия. Желательно, чтобы осуществление реконструкции и модернизации совпало бы и во времени с капитальным ремонтом.

К разделению капитальных вложений на новое строительство и на реконструкцию примыкает их разделение на вложения экстенсивного и интенсивного типа. Вложениями экстенсивного типа называются вложения, имеющие целью увеличение объема производства на основе существующей техники и технологии. Вложения этого типа требуют привлечения дополнительного количества сырья, рабочих, энергии пропорционально увеличению объемов производства, что ведет к росту числа рабочих мест и не снижает фондоемкость и себестоимость производства. Под вложениями интенсивного типа понимаются те вложения, которые предусматривают внедрение новой или улучшенной техники и технологии, использование внутренних резервов производства, уменьшение потерь.

Рост эффективности капитальных вложений возможен прежде всего за счет вложений интенсивного типа. К сожалению, статистика пока еще не различает оба типа капитальных вложений. Представляется, что в практике статотчетности подобные разграничения следовало бы ввести. Это могло бы служить важным критерием стимулирования инвестиций и соответствующей политики налогообложения.

Рост интенсивного типа инвестиций является фактором быстрого повышения материального уровня жизни, так как растущий производственный аппарат повышает производительность труда. Так что сегодняшнее благосостояние является в значительной степени результатом вчерашних инвестиций, а сегодняшние инвестиции, в свою очередь, закладывают основы завтрашнего увеличения производительности труда и повышения благосостояния.

Существует проблема выбора между потреблением сегодняшним и завтрашним. Чем большую часть производимого сегодня мы сбережем и инвестируем, тем больше у нас будет возможностей потреблять завтра. Напротив, чем больше сегодняшних ресурсов мы используем («проедем»), тем меньше у нас будет шансов на ощутимый рост производства и более высокий уровень потребления в будущем. В этом состоит главная причина

того, почему низкий уровень сбережений может стать серьезной проблемой для всего народного хозяйства.

Помимо того, что инвестиции влияют на общую эффективность хозяйствования и на возможность роста в долгосрочной перспективе, они также оказывают прямое и быстрое воздействие на занятость и доходы. Например, если снижаются инвестиции в строительство, растет безработица среди строительных рабочих, их совокупные доходы снижаются, следовательно, сокращается и их спрос на товары и услуги, производимые в других отраслях. Это приводит к сокращению доходов и снижению занятости в этих отраслях. Кроме того, сокращение инвестиций в строительство оказывает негативное воздействие на те отрасли, которые поставляют материалы для самого строительства, для субпоставщиков для отрасли строительных материалов и т. д.

Инвестиции, осуществляемые предприятием для расширения своего производственного аппарата, играют стимулирующую роль для всей экономики. Покупка предприятием инвестиционных товаров, например разного рода машин, влечет за собой общее увеличение спроса на товарном рынке, что прямо содействует росту экономики в целом.

Таким образом, инвестиции не только влияют на расширение мощностей в долгосрочной перспективе, но и оказывают существенное воздействие на то, в какой мере используются уже имеющиеся мощности. В не меньшей мере на уровень использования мощностей влияют инвестиции в товарно-материальные запасы, то есть превышение прироста запасов над их расходом. Поэтому колебания в инвестиционном процессе – важный фактор изменения темпов роста как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Ошибочные инвестиции означают расточение ресурсов, поскольку связывают их в проектах, которые не приведут к намеченному росту экономики. И, конечно, они не являются надежным источником рабочих мест в долгосрочной перспективе.

Научное знание о новейшей технологии производства, о будущем спросе и о грядущей деловой конъюнктуре – является определяющим для экономического роста. Образование же, сфера научных исследований становятся решающим фактором экономического роста.

Чтобы имел место приемлемый по уровню стабильный экономический рост, ресурсы должны направляться в те отрасли хозяйства, которые дадут наивысший экономический эффект.

Рынок инвестиций должен быть подвижным. Инвестиции должны иметь возможность переливаться из стагнирующих отраслей и предприятий в те, у которых более благоприятные перспективы.

В силу чисто экономических причин существуют различия в доходах от инвестиций. При этом доходы на производственные инвестиции должны быть больше доходов по альтернативным видам вложений, таким, например, как вложения в антиквариат, золото, бриллианты, банковские вклады и т. п. Так как в противном случае нет экономической выгоды от



вложения средств в производство, которое всегда связано с риском, а более предпочтительным выступает получение дохода от более гарантированных операций.

Инвестиционный процесс нуждается в государственном регулировании – как прямом, так и косвенном. Так как прибыли должны быть достаточными для того, чтобы предприниматели могли делать инвестиции. В то же время, если прибыли становятся слишком высокими за счет уменьшения доли заработной платы, это может породить напряженность в политике и требование повысить заработную плату, которые быстро сведут на нет как прибыль, так и желание осуществлять инвестиции.

Обеспечение конкурентоспособности продукции с помощью производства определенной высокотехнологичной продукции лучшего качества (в отличие от относительного снижения цен и заработной платы) и получение соответствующей платы за нее – путь для поддержания платежного баланса в равновесии, а следовательно, в этом случае нет необходимости в проведении политики сдерживания или протекционизма. Таким образом, высокая конкурентоспособность – это тот ключ, который позволяет разрешить конфликт целей между внутренним и внешним балансом. Она – основополагающая предпосылка развития экономики в целом без дефицита платежного баланса и безработицы. Но, чтобы производить требуемые товары и услуги, страна должна находиться на переднем плане в вопросах внедрения новой техники и выпуска новой продукции. А из этого следует, в свою очередь, требование не консервировать ресурсы – людей и производительный капитал – в таких отраслях, которые выбиты международной конкуренцией, вместо того, чтобы поддержать и стимулировать структурную перестройку и перевести ресурсы из старых отраслей и предприятий в новые путем проведения соответствующих инвестиционных программ. При этом необходима также долгосрочная политика повышения образовательного уровня кадров, а также прибыльности для стимулирования новых инвестиций и распространения новой техники и технологии.

Необходимость государственного регулирования особенно усиливается в условиях стагфляции. Дело в том, что при инфляции и одновременном спаде производства, экономические решения становятся более краткосрочными и получают спекулятивную направленность, а инвестиции сокращаются, кроме тех, которые обещают крупные инфляционные прибыли, но эти инвестиции не так желательны с точки зрения всей экономики. А это угрожает благосостоянию и занятости в долгосрочной перспективе.

Инфляция может быть обусловлена нехваткой инвестиционных товаров. Поэтому антиинфляционная политика должна включать меры по преодолению такого положения: правительство и другие органы хозяйственного управления должны принимать меры по обеспечению средств для рискованного капитала и инвестиций в предприятия.

Инфляция обусловлена ростом цен, а это, прежде всего, результат снижения эффективности производства и роста удельных затрат на производство продукции. В Украине, в период господства административно-командной системы, функционировал огромный сектор строительства, не отличавшийся высокой эффективностью, куда отвлекалась львиная доля средств, не оставляя достаточно ресурсов для экономического стимулирования, производительности труда и модернизации производства. Невостребованность технологического прогресса компенсировалась избыточными инвестициями и излишним потреблением природных ресурсов. Цикличность же развития экономики требует разумного соотношения инвестиций и инноваций. Инновационный импульс должен трансформироваться в инвестиционный цикл.

Недостаточность экономических ресурсов влечет за собой всеобщее требование экономии ресурсов. Это значит, что экономика часто имеет дело с выбором. Мы не можем иметь все, что хотим, сразу. Речь идет о выборе между сегодняшним потреблением и сбережением ресурсов, чтобы иметь возможность больше потреблять завтра.

В течение рассматриваемого периода невозможно производительно наращивать инвестиционные вложения во все производственные факторы. Объем некоторых факторов производства есть величина данная. Отсюда вытекает фундаментальное экономическое свойство «убывающей производительности». Суть его состоит в том, что объем производства, безусловно, возрастает по мере того, как вовлекается больше ресурсов, но прирост этот становится все меньше и меньше в расчете на единицу дополнительно вовлекаемых ресурсов. Причиной выступает нехватка других факторов производства.

Содержание понятия «убывающая производительность» состоит в том, что издержки на прирост продукта постоянно растут, поскольку рост производства требует и растущих вложений ресурсов.

В этом смысле все, что делается, имеет свою цену. Все ресурсы ограничены. На первый взгляд, ресурсы всегда можно было бы использовать по-другому и получить иную отдачу. Используя какой-либо ресурс определенным образом, человек связывает его и тем самым лишается того, что можно было бы получить при альтернативных издержках, – это «упущенная» таким образом выгода.

Экономика имеет дело с выбором – это выбор между ориентирами инвестиционной стратегии, между разными технологиями производства, между производством различных товаров и услуг, в то время как должны вознаграждаться различные вложения ресурсов. Любой выбор влечет за собой издержки. Вопрос состоит в том, какой выбор позволяет получить наибольшую эффективность.

Технический взгляд на эффективность инвестиций состоит в том, что производство должно занимать положение на кривой производственных возможностей, а не внутри нее. Но он ограничен в том, что не учитывает, есть ли у населения потребность в тех товарах, которые производятся в

данном случае. Мир товаров и услуг разнообразен. Ориентироваться в нем непросто.

Для наполнения понятия эффективности инвестиций приемлемым макроэкономическим содержанием, необходимо принимать во внимание пожелания и потребности людей. Таким образом, эффективной комбинацией инвестиционных вложений в различные отрасли и сферы хозяйства должна стать та точка на кривой производственных возможностей, которая наилучшим образом отвечает желаниям и потребностям людей. Общество располагает различными ресурсами, которые выносятся на рынок, и люди имеют возможность выбирать между различными товарами и услугами. Таким образом, каждое вложение ресурсов и каждый обмен должны быть организованы таким способом, чтобы затраты точно соответствовали тем потребностям, которые потребитель удовлетворяет в результате определенного экономического действия. Если же оказывается, что издержки и затраты больше, чем получаемый эффект, необходимо отказаться от данного действия.

В экономическом расчете последнее слово принадлежит соотношению издержек и выгоды, которая последует за действиями, предпринимаемыми хозяйствующими субъектами.

Таким образом, будет ли потенциальный инвестор делать новые вложения – определяется не тем, какую прибыль дали предыдущие инвестиции, а тем, какую прибыль предполагается получить от новых. Присоединит ли предприятие еще одного работника – зависит не от того, что производят те, кто уже работает, а от того, что принесет новый работник.

Выгода (благо), которую получает субъект хозяйствования от осуществления данного варианта инвестиционных вложений, называется предельной полезностью. Доход, который получает предприятие от продажи дополнительной единицы товара, произведенного в результате данных инвестиций, называется предельным доходом. Производительность, вызванная дополнительной затратой инвестиционных ресурсов, называется предельной производительностью. Дополнительный продукт, произведенный еще одним новым работником в результате расширения предприятия, называется предельным продуктом. Эти добавочные потребительские блага, доходы предприятий и производительность дополнительных ресурсов сравниваются с предельными издержками, которые вызываются дополнительными затратами или отказом от каких-либо благ. Иногда используются термины «маргинальные издержки», «маргинальная полезность», «маргинальный продукт» и «маргинальный доход». Считается, что предельные издержки (в расчетах этого типа) обычно возрастают, а издержки производства дополнительной единицы товара или услуги – растут. Это связано с убывающей производительностью, которая подразумевает, что для производства дополнительной единицы товара или услуги необходимо вкладывать относительно больше ресурсов, чем для производства предыдущей. Точно так же считается, что для индивида постоянно

возрастает и тягость (отрицательная полезность) от дополнительного труда. Иными словами, каждый добавочный час труда требует больших жертв, чем предыдущие.

Предельная полезность падает при постоянном росте потребления какого-либо товара или услуги. Таким образом, полезность от потребления или использования первой единицы инвестиционных вложений будет выше, чем всех последующих. Второй – выше, чем следующих за нею. Исходя из этого, направления вложения инвестиций должны определяться полезностью, представленной в виде показателя удельной капиталоотдачи, по всем представленным проектам. Выбирая наивысший из них, мы обеспечиваем себе, при данном варианте использования инвестиций, наивысшую полезность. С течением времени показатель удельной капиталоотдачи по данному проекту будет снижаться в силу того фактора, что происходит насыщение рынка данного товара или услуги и ориентиры в направлениях использования инвестиций необходимо смещать с тем, чтобы снова обеспечивать себе наивысшую полезность от реализуемых инвестиционных проектов. Подобный анализ должен носить постоянный характер, – в этом залог успеха принимаемых хозяйственных решений. В литературе его иногда именуют инвестиционным мониторингом.

Как раз в неразвитости данного направления анализа экономических субъектов в условиях административно-командной системы, а также безразличии к мнениям и пожеланиям потребителей и заключается одна из основных причин экономического краха советской системы.

Экономический обмен, экономические решения должны осуществляться таким образом, чтобы предельные издержки в каждом отдельном случае точно равнялись предельному доходу или превосходили его. Вложения инвестиционных ресурсов следует наращивать до тех пор, пока эффект от вложения последней единицы ресурса не сравняется с отдачей от данных инвестиций, наращивать же их далее – означает обеспечить себе убытки и потери.

С точки зрения экономической эффективности рациональная инвестиционная деятельность означает, что предельные издержки и предельные доходы от реализуемых инвестиционных программ представляют собой приемлемый для общества оптимум. Инвестиционная деятельность должна продолжаться до тех пор, пока предельные издержки от инвестиций не сравняются с предельным доходом от данных вложений. Именно этот объем инвестиционной деятельности дает наибольшую полезность с точки зрения макроэкономической сбалансированности при условии, что в анализ включаются все значительные издержки и доходы от инвестиционной деятельности (рис. 1.5).

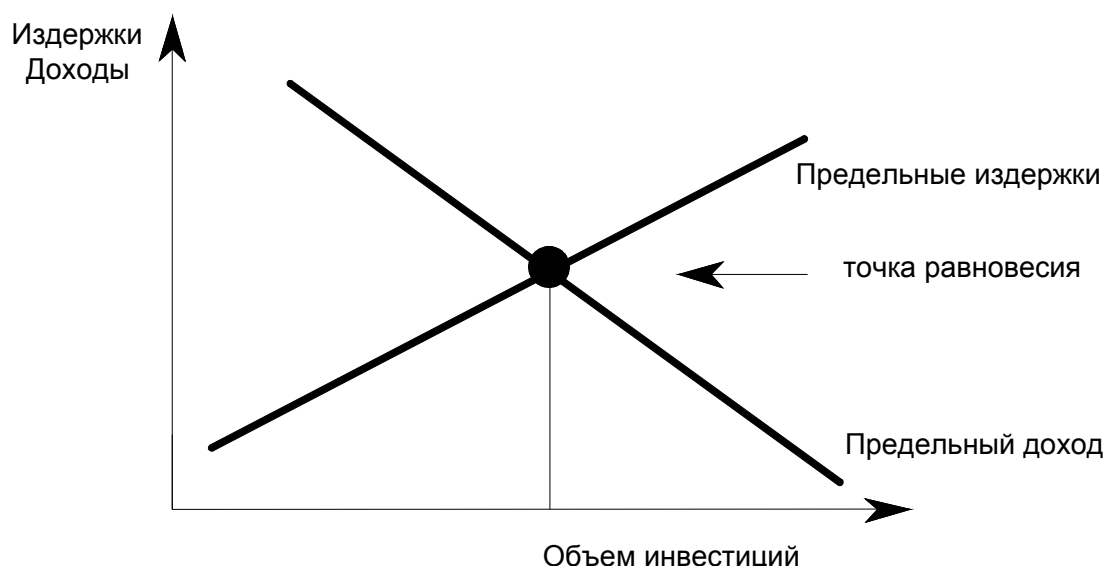


Рис. 1.5 – Предельные издержки и предельные доходы от инвестиционных вложений

Как явствует из рис. 1.5, до тех пор, пока предельная полезность или предельный доход от определенного вида инвестиций больше предельных издержек, выгодно вкладывать больше ресурсов, наращивать объем инвестиций в данную сферу хозяйственной деятельности или в данное предприятие.

До тех пор, пока предельный доход от инвестиций превышает издержки инвестирования, инвестиционные программы будут осуществляться и далее. До тех пор, пока стоимость предельного продукта, производимого вновь привлекаемыми работниками, больше издержек на дополнительную заработную плату, предприятия будут продолжать принимать новых работников.

Наоборот, если отдача ниже, чем приносимые издержки (жертвы), то выгоднее уменьшать вложения ресурсов и сокращать соответствующую деятельность. Если инвестиционные издержки предприятия (например, процент по займам, предназначенным для инвестиций) больше, чем предельный доход от данного вида вложений, а стоимость предельного продукта не покрывает издержек на оплату труда, – предприятию придется свернуть свои инвестиционные программы и уменьшить численность занятых.

Подводя итог, можно сказать, что общая отдача в виде полезности или прибыли – к которой стремятся рационально действующие субъекты хозяйственной деятельности, – достигает наивысшего значения, когда отдача от вложения последней единицы ресурса в точности является величиной понесенных издержек, необходимых для ее достижения. На рис.1.5 – это место пересечения кривых возрастающих предельных издержек и убывающих предельных доходов. До этой точки вложения ресурсов следует наращивать, а после – снижать.

Но потребители инвестиций тратят деньги не на один инвестиционный товар, а на множество. Предприятие или отрасль должны выбирать между различными альтернативными инвестиционными проектами. При этом инвестиционные вложения необходимо делать таким образом, чтобы приращения прибыли или полезности от последней единицы инвестиционного ресурса было по всем реализуемым проектам и их слагаемым одинаковым.

Инвестиции необходимо осуществлять таким образом, чтобы отдача от последней истраченной на инвестиции денежной единицы была одинакова по всем инвестиционным программам. Если же инвестиционные расходы распределяются так, что приращение полезности, получаемой от реализации одной инвестиционной программы меньше, чем от другой, то ресурсы используются таким образом, при котором они дают меньше совокупной полезности, чем могли бы дать, следовательно, полезность может быть повышена за счет того, чтобы меньше тратить деньги на проекты, дающие незначительный прирост полезности, и больше на те, которые дают больший прирост полезности или прибыли. Инвестор, желающий максимально использовать вкладываемые средства, должен, следовательно, перераспределять свои ресурсы именно таким образом и будет делать это до тех пор, пока прирост полезности от соответствующих инвестиций не станет одинаковым по всем направлениям. Рецепт достижения потребителями инвестиций максимального эффекта от них заключается в том, что они должны следить, чтобы предельная польза была одинакова по всем инвестиционным проектам и программам. Инвестиции должны осуществляться так, чтобы предельный эффект был одинаковым для всех проектов. Такой подход должен лежать в основе выбора предприятием, отраслью, экономикой в целом между различными вариантами инвестиционных программ. Если все субъекты, принимающие решения в народном хозяйстве, будут следовать этому правилу, то объем производства и совокупная полезность будут максимальными.

Для того чтобы благосостояние в стране стало как можно более высоким, необходимо также, чтобы инвестиционная деятельность происходила как можно с меньшим трением. Чтобы граждане, предприятия, органы власти могли принимать правильные и рациональные решения об инвестициях, они должны иметь доступ к информации об издержках и последствиях своего выбора. Затраты на сбор информации и сам этап подготовки к реализации инвестиционного проекта – должны быть крайне незначительными. Чем больше издержки, связанные с подготовкой инвестиционных программ, тем с меньшей эффективностью может происходить сам инвестиционный процесс.

Экономических ресурсов явно недостаточно по сравнению с нашими потребностями и желаниями. Поэтому важно обращаться с ними экономно. Недостаток ресурсов означает, что мы вынуждены выбирать, как использовать имеющиеся в наличии средства с тем, чтобы обеспечить

максимальный эффект от их использования.

Ограниченность ресурсов означает также, что все имеет свою цену, хотя бы потому, что всегда есть альтернативные издержки – мы могли бы использовать ресурсы на что-нибудь другое, чего мы теперь лишены.

Общеизвестно, что, чтобы получить максимально возможный эффект от имеющихся ресурсов, необходимо точно соизмерять прибыль и издержки.

На уровне предприятия или компании выгодность, предпочтительность инвестиций определяется таким образом, что руководство редко обращает внимание на какие-либо эффекты, кроме тех, что непосредственно касаются экономики предприятия или компании. В то же время в государственных финансовых расчетах рассматриваются те статьи расходов и доходов, которые включаются в государственный бюджет. Но макроэкономические последствия решений предприятий, компаний, государства и отдельных граждан более обширны. Они включают также аспекты, которые прямо и непосредственно не попадают в итоговые расчеты предприятия либо в дебет или кредит государственного бюджета. Отсюда проистекает необходимость расширять рамки анализа последствий тех или иных инвестиционных решений именно на стадии проекта, прогнозировать последствия, предугадывать будущее влияние на ход экономического процесса в целом.

Критерием эффективности инвестиционных вложений являются минимальные затраты ресурсов на производство и транспортировку продукции в результате осуществления данных вложений. При расчете эффективности к инвестициям в основные производственные фонды также прибавляются затраты на создание оборотных фондов. Помимо прямых вложений, также учитываются сопутствующие вложения, обеспечивающие пуск объекта в эксплуатацию (подъездные пути, линии электропередач, инженерные сети), и сопряженные – в развитие производств, обеспечивающих данное производство постоянно возобновляемыми элементами основных фондов.

Расчет сравнительной экономической эффективности проводится по формуле приведенных затрат:

$$Z = C + EK, \quad (1.1)$$

где  $Z$  – приведенные затраты;  $C$  – себестоимость готовой продукции;  $E$  – коэффициент эффективности;  $K$  – инвестиции (капитальные вложения).

При расчетах эффективности используется также показатель рентабельности, определяемый по следующей формуле:

$$\dot{A} = \frac{\ddot{O} - \tilde{N}}{\hat{E}}, \quad (1.2)$$

где  $\dot{A}$  – стоимость годового объема продукции;  $C$  – себестоимость годового объема продукции;  $K$  – инвестиции (капитальные вложения).

Эффективность инвестиций не одинакова во времени. Об этом можно судить по отношению прироста капитальных вложений к приросту национального дохода: чем больше это отношение, тем выше

капиталоемкость национального дохода, тем больше дополнительных инвестиций надо сделать в расчете на единицу прироста национального дохода. Это, в свою очередь, требует высокой доли накопления в национальном доходе.

Вопросы выбора направлений и объемов инвестиций являются объектом большого числа публикаций и различного рода обсуждений. Причин повышенного интереса к проблеме рационального инвестирования в последнее время можно назвать несколько.

Прежде всего, значительно возросла ответственность и риск в деле использования инвестиционных ресурсов в условиях перехода к рыночным формам организации производства. Кроме того, в условиях рыночной экономики, в пору динамизации экономической жизни возрастают единичные объемы инвестиционных вложений. В таких условиях правильный выбор инвестиционных программ становится все более сложным и ответственным делом.

Следует отметить и происходящие изменения в органическом и техническом строении капитала в современную эпоху информационных технологий. С прогрессирующим накоплением и развитием науки и техники растет удельный вес постоянного капитала, повышается техническая вооруженность труда, увеличиваются масштабы средств труда, производительность. Все это повышает связанность капитала в средствах труда, уменьшает его маневренность. В результате возрастает заинтересованность в правильном выборе объектов и масштабов инвестиций: слишком велики ставки в борьбе за получение прибылей. Перед экономической наукой стоит проблема поиска критериев выбора самых выгодных инвестиционных проектов. Решающим критерием при этом является получение максимальной прибыли. Наряду с прямой выгодой, получаемой в настоящий момент, все большее значение придается ожидаемой выгоде. Оцениваются возможности вытеснения конкурентов с рынка, рассчитываются выгоды от «вторичного эффекта», обеспечиваемого развитием производства и последующих инвестиций, то есть выгоды, выходящие за пределы отдельно взятого предприятия или компании. Чем крупнее корпорация, предприятие, чем больше капитал, которым они располагают, тем больше у них возможностей (наряду с инвестициями) быстро приносящих высокую прибыль, осуществлять вложения, в результате которых можно ожидать значительные прибыли в будущем. Доходы и затраты текущего момента неравноценны будущим. Отсюда – необходимость их соизмерения.

В рыночных условиях любой капитал, вкладываемый в предприятие или фирму, рассматривается как занятый, по которому нужно выплачивать процент. Если даже предприниматель вкладывает свой собственный капитал, он все равно, чтобы не потерпеть убытков, должен учесть в своих затратах процент на капитал, не меньший того, который мог бы быть получен, будь этот же капитал им предоставлен кому-либо в долгосрочный кредит. Этим процентом обычно и руководствуются при создании



предприятий и других объектов в рыночных условиях, сравнении вариантов и выборе наиболее выгодного из них. Кроме процента, представляющего собой долю банкира, как бы «цену капитала», учитывается и возможность получения предпринимательского дохода, прибыли. Здесь многое зависит от конкретных условий данного производства: наличия обеспеченного сбыта, снабжения сырьем, топливом и энергией, степени использования рабочей силы.

В США в послевоенные годы при экономических расчетах принималась норма 5-10 % минимально допустимого дохода по инвестициям в производство. При этом для новой техники, которая, по расчетам, дает эффект не сразу, а по истечении определенного времени освоения, принималась меньшая норма минимально допустимого дохода, чем для мероприятий, не выходящих за рамки широко используемой техники. Следует подчеркнуть, что во всех этих случаях речь идет не о средней прибыли и не о среднем проценте, а о минимальном их уровне, при котором вложения капиталов считаются допустимыми. Те вложения, которые дают прибыль выше минимального уровня, признавали эффективными, а при наличии нескольких вариантов выбирался тот из них, который давал максимальный эффект.

Данные о фактической рентабельности инвестиций в США показывают, что нормы процента по долгосрочному кредиту в конце 20-х – начале 30-х гг. составляли 4,5-6 %, в середине 40-х годов они снизились до 2,5-3 %, затем стали повышаться и к концу 50-х годов составили 4,5 %. О такой динамике нормы процента по долгосрочному кредиту говорят изменения учетного процента Федеральной резервной системы США, изменения уровня процентов по активам страховых компаний, вкладывающих свои средства в акции и облигации предприятий, известных своей солидностью, движение нормы процента по долгосрочным обязательствам (облигациям государства и штатов, а также по облигациям и акциям производственных корпораций).

По всем этим данным, уровень процента по долгосрочному кредиту в США, несмотря на некоторое повышение в 50-е и 60-е гг., оставался сравнительно низким. Конечно, надо учитывать, что уровень процента лишь косвенно свидетельствует о фактической эффективности производственных капиталовложений и отражает большую или меньшую возможность найти капитал для новых инвестиций. В быстро развивающихся отраслях фактическая прибыльность капиталовложений гораздо выше уровня процента по долгосрочному кредиту.

Положение стало меняться по мере роста инфляции, повышения уровня цен, обесценения валют и девальвации доллара. При повышении уровня цен, доходившем до 15 % и более в год, в развитых странах представление кредита по прежним ставкам стало невыгодным; оно не компенсировало даже обесценения доллара и других валют. Ставки стали расти, и в 1974-1975 гг. они составляли более 12 %. Прибыли (до уплаты налогов) стали признавать приемлемыми, если они составляли не менее

20-25 %. Только с конца 70-х годов началось снижение уровня процента на капитал. В конце 70-х он составил около 7 %.

При определении наиболее выгодных инвестиций в пределах предприятия или компании их руководство прибегает к различным методам расчета. На практике большинство отдельных субъектов хозяйственной деятельности часто применяют весьма грубые прикидки, основанные на опыте, догадках, предположениях, сведениях о действиях конкурентов и т. п. Фирм, применяющих систематические методы расчета, мало. Это обычно крупные фирмы, которые обладают лучшей информацией и штатом специалистов. В задачу последних входит изучение конъюнктуры рынка, развития техники и т. д. В США, например, имеются и специальные консультативные фирмы, прогнозирующие изменения экономики, спроса, цен. Все же и крупные предприятия явно предпочитают более простые, понятные и доходчивые методы, не требующие дополнительного времени, тем более что и при сложных расчетах часто приходится исходить из весьма приближенных предпосылок и получаемое решение может оказаться далеко не точным. В то же время условия меняющейся конъюнктуры и конкурентной борьбы часто требуют принятия быстрых решений.

Накопленный опыт в деле регулирования инвестиционной деятельности может быть использован в ходе реформ, которые, в основном, свелись к либерализации цен и которые привели к новым извращениям в структуре экономики. Структура промышленного производства еще более деформировалась: при его общем спаде в наибольшей степени сокращается производство потребительских товаров. Структура экономики Украины, прежде всего вследствие существующей ценовой, бюджетной и денежно-кредитной политики изменяется только в худшую сторону. Повышения цен и пересмотры заработной платы только усугубляют ситуацию. Меры экономической реформы, проводимые под лозунгом приближения к лучшим мировым образцам, в практической плоскости ведут к отдалению от этих образцов. Поскольку переливания капитала, инвестиций в высокорентабельные, социально ориентированные рыночные сферы не происходит, то и во всей структуре экономики никаких положительных сдвигов нет.

Характерной чертой национальной экономики стало повышение показателя износа действующих основных производственных фондов над показателем ввода новых. Подобного положения нет ни в одной развитой стране мира.

Опыт этой страны показывает, что без повышения нормы производственного накопления выйти из кризиса невозможно. Структурно-технологическое обновление производственного потенциала происходит только на основе роста нормы прибавочного продукта, накопления и инвестиций, изменения модели воспроизводства производственных фондов.

Нужно иметь в виду: если мы даже остановим спад производства, но не сделаем решительных шагов в ресурсосбережении, то эволюционные тенденции почти не повлияют на увеличение национального дохода. При относительно медленных изменениях в макроструктуре, должны происходить более интенсивные изменения в микроструктуре, то есть замена одних изделий на другие – под рыночный спрос, что, в свою очередь, обратно воздействует и на изменения в макроструктуре. Увеличение накопления позволит интенсифицировать выпуск инвестиционных товаров.

Перемещение инвестиционной деятельности из централизованных источников в децентрализованные привело к некоторой потере управления инвестиционным процессом, к стихийному формированию единичных и локальных программ накопления и воспроизводства, к использованию на эти цели довольно незначительных средств даже по сравнению с теми возможностями, которые есть в распоряжении предприятий. Значительная часть децентрализованного накопления не используется вследствие, во-первых, опережающего подорожания машин и оборудования, во-вторых, нехватки материальных ресурсов, в-третьих, отсутствия надлежащих интересов и мотивации к быстрому технологическому обновлению, ведь рыночные механизмы еще не действуют в полную силу, кооперация с поставщиками энергоресурсов, сырья, материалов и комплектующих изделий нарушена, надежных заказчиков нет. Поэтому значительная часть денег остается нереализованной, а накопленные финансовые ресурсы в несколько раз превышают реальный объем инвестиций. При надлежащей рыночной мотивации это дает надежду на возможность не только поддерживать и развивать жизненно необходимые инвестиционные структуры, но и активизировать сам инвестиционный процесс.

Для этого необходимо по-настоящему включить регуляторы усиления инвестиционной деятельности, стимулировать ее не только снятием налогов на инвестиции, но и формированием достаточно крупных бюджетных и внебюджетных инвестиционных и инновационных фондов, межотраслевой и межрегиональной кооперацией и интеграцией, созданием наиболее благоприятных условий для иностранных инвесторов. При этом на структурную перестройку в экономике необходимо направлять не менее 50 % долгосрочных кредитов банков.

Если в Украине не произойдет финансовая стабилизация, то мы в конце концов будем обречены на структурную перестройку по схеме, свойственной странам «третьего мира», с полным подчинением нашей экономики экономике развитых стран, со всеми вытекающими из этого последствиями.

#### *1.2.1.3. Классификация инвестиций в реальные активы*

Подготовка и анализ инвестиций в реальные активы существенно зависят от того, какого рода эти инвестиции, т. е. какую из стоящих перед предприятием задач необходимо решить с их помощью. С этих позиций

все возможные разновидности инвестиций можно свести в следующие основные группы:

1. *«Вынужденные инвестиции»*, необходимые для соблюдения законодательных норм по охране окружающей среды, охране труда, безопасности товаров, либо иных условий деятельности, которые не могут быть обеспечены только за счет совершенствования управления.

2. *Инвестиции для повышения эффективности*. Их целью является прежде всего создание условий для снижения затрат фирмы за счет замены оборудования, обучения персонала или перемещения производственных мощностей в регионы с более выгодными условиями производства.

3. *Инвестиции в расширение производства*. Задачей такого инвестирования является расширение возможностей выпуска товаров для ранее сформировавшихся рынков в рамках уже существующих производств.

4. *Инвестиции в создание новых производств*. Такие инвестиции обеспечивают создание новых предприятий, которые будут выпускать ранее не изготавливавшиеся предприятием товары (или оказывать новый тип услуг), либо позволяют предприятию предпринять попытку выхода с ранее уже выпускавшимися товарами на новые для него рынки.

5. *Инвестиции в исследования и инновации*. Причиной, заставляющей вводить такого рода классификацию инвестиций, является различный уровень риска, с которым они сопряжены (рис. 1.6).

Логика такой зависимости между типом инвестиций и уровнем их риска очевидна: она определяется степенью опасности не угадать возможную реакцию рынка на изменение результатов работы предприятия после завершения инвестиций. С этих позиций исследования и инновации сопряжены с очень высокой степенью неопределенности, тогда как повышение эффективности (снижение затрат) в производстве уже принятого рынком товара несет минимальную опасность негативных последствий инвестирования.

Инвестиции в реальные активы можно также представить следующим образом.

*Независимые инвестиции*, когда инвестиции осуществляются независимо друг от друга, т. е. выбор одного инвестиционного проекта не исключает также выбора какого-либо другого.

*Альтернативные инвестиции*. Инвестиции, которые связаны таким образом, что выбор одной из них будет исключать другую. Обычно это возникает тогда, когда имеются два альтернативных способа решения одной и той же проблемы. Такие инвестиционные проекты являются взаимоисключаемыми. Это обстоятельство имеет важное значение в условиях ограниченности источников финансирования капиталовложений.

*Последовательные инвестиции*. Крупные инвестиции в завод или в оборудование обычно порождают последующие капиталовложения в течение нескольких лет, что должно быть учтено при принятии инвестиционного решения.

Классификация инвестиций приведена на рис. 1.6.



Рис. 1.6 – Классификация инвестиций. Степень риска инвестиций

Осуществление инвестиций порой рассматривается как «произвольная» форма деятельности фирмы в том смысле, что последняя может осуществлять или не осуществлять подобного рода операции. На самом деле такой взгляд на проблему далек от истины, поскольку жизнь любого предприятия – плавание против потока времени и конкуренции. И в этом смысле неосуществление инвестиций приводит к результату, сходному с тем, который обнаруживает пловец, гребущий недостаточно сильно, чтобы хотя бы удержаться на одном месте, – его снесет назад.

Поэтому все возможные инвестиционные стратегии предприятия можно разбить на две группы:

- *пассивные инвестиции*, т. е. такие, которые обеспечивают в лучшем случае не ухудшение показателей прибыльности вложений в операции данного предприятия за счет замены устаревшего оборудования, подготовки нового персонала взамен уволившегося и т. д.;

- *активные инвестиции*, т. е. такие, которые обеспечивают повышение конкурентоспособности предприятия и его прибыльности по сравнению с ранее достигнутыми уровнями за счет внедрения новой технологии, организации выпуска пользующихся спросом товаров, завоевания новых рынков или поглощения конкурирующих фирм.

#### *1.2.1.4. Роль инвестиций в увеличении рыночной стоимости (ценности) предприятия*

Ценность предприятия и ее увеличение – естественная и логичная цель любого разумного управляющего, причем эта цель куда более универсальна, чем увеличение прибыли, которая нередко рассматривается как главная задача предприятия. Однако при таком упрощенном подходе трудно понять логику некоторых типов коммерческих стратегий, которые не предполагают немедленной максимизации массы прибыли или уровня рентабельности, а нацелены, скажем, на расширение своего сектора рынка или увеличения нематериальных активов.

Все эти типы коммерческой политики обретают смысл, если мы исходим из гипотезы об увеличении ценности предприятия как наиболее универсальном мотиве поведения управляющих предприятия.

Ценность предприятия – это разность рыночной стоимости собственного капитала предприятия и рыночной стоимости обязательств предприятия.

*Экономический смысл категории «ценность предприятия» состоит в том, что ценность предприятия – это то реальное богатство, которым обладают (и которое могут получить в денежной форме, если они того пожелают и продадут свою собственность) владельцы предприятия.*

Логичным становится в этой связи вопрос: что же определяет размеры рыночной стоимости собственного капитала и обязательств предприятия?

Самый общий взгляд позволяет выделить две основные группы факторов:

- 1) инвестиции всех типов (в реальные и денежные активы);
- 2) прочие факторы, в том числе финансовый и производственный менеджмент.

Очевидно, что ценность предприятия реально определяется не тем, насколько велик его капитал (за исключением, может быть, капитала, находящегося в форме наиболее ликвидных активов), а тем, какое положение этот капитал обеспечивает предприятию на рынке его товаров и услуг. Между тем, это положение как раз и определяется направлениями инвестиций предприятия: если они повышают его конкурентоспособность и обеспечивают прирост доходности его капитала, то ценность предприятия увеличивается и его владельцы становятся богаче). В противном случае инвестиции, формально увеличивая пассивы предприятия (за счет вложений собственного капитала или привлечения заемных средств, увеличивающих обязательства), приведут к снижению ценности предприятия, поскольку рыночная оценка его капитала упадет вслед за снижением его конкурентоспособности и прибыльности.

Отсюда следует несложный, но чрезвычайно принципиальный вывод: любые инвестиции, в том числе и инвестиции в реальные активы, следует рассматривать прежде всего с точки зрения того, как они влияют на ценность предприятия. Этот критерий оценки приемлемости инвестиций следует признать наиболее общим и основополагающим, хотя его практически невозможно строго формализовать, как нельзя жестко формализовать и с арифметической точностью просчитать процесс формирования рыночной цены собственного капитала и обязательств предприятия.

### ***1.2.2. Денежные поступления***

Одно из понятий современного инвестиционного менеджмента – понятие о денежных поступлениях (денежных потоках – cash flow). Термин «cash flow» обозначает чистый денежный результат коммерческой деятельности предприятия.

Термин «денежные поступления» предпочтителен термину «денежный поток», т. к. последний не указывает о его направленности, т. е. поступают ли эти средства в фирму или, наоборот, уходят из нее, об этом тем более важно упомянуть, что современный инвестиционный менеджмент широко использует категории «денежный приток» и «денежный отток», указывающие на направления движения денежных инвестиционных потоков. В первом случае очевидно, что речь идет о средствах, полученных фирмой, а во втором – о ее расходах.

Схема притоков и оттоков инвестиционных денежных средств на предприятии приведена на рис. 1.7.



Рис. 1.7 – Схема притоков и оттоков денежных средств предприятия

Приток денежных средств предприятия:

- 1) выручка от реализации товаров;
- 2) внереализационные доходы;
- 3) доходы от инвестиций в ценные бумаги;
- 4) поступления от продажи излишних активов;
- 5) высвобождение оборотных средств;
- 6) продажа ценных бумаг;
- 7) привлечение кредитов.

Отток денежных средств фирмы:

- 1) платежи за сырье, материалы, комплектующие изделия, покупные полуфабрикаты и др.;
- 2) платежи за топливо и энергию;



- 3) зарплата персонала с отчислениями на социальные нужды;
- 4) налоги;
- 5) приобретение основных средств и нематериальных активов;
- 6) вложения в прирост оборотных средств;
- 7) выплата процентов по кредитам;
- 8) выплата дивидендов;
- 9) погашение обязательств по привлеченному капиталу;
- 10) вложения в дополнительные фонды (дополнительные вклады, ценные бумаги);
- 11) затраты при ликвидации предприятия.

Анализ денежных притоков и оттоков чрезвычайно важен для оценки деятельности предприятия. Однако когда мы говорим о проблемах оценки приемлемости инвестиций, нас более волнуют не текущие денежные притоки и оттоки предприятия, а его денежные поступления, т. е. тот «сухой остаток», который образует приращение капитала предприятия.

Чистые денежные поступления (ЧДП), или чистый денежный поток, которые остаются у предприятия после уплаты налогов, можно в общем виде рассчитать по формуле

$$\times \ddot{I} \ddot{A} = \ddot{I} - \hat{I}, \quad (1.3)$$

где  $\ddot{I}$  – приток денежных средств;  $\hat{I}$  – отток денежных средств.

Чистые денежные поступления от хозяйственной деятельности (ЧДПО) можно выразить уравнением

$$\times \ddot{A} \ddot{I} \hat{I} = \hat{A}_\delta - (\zeta - \hat{A}) - \hat{I} - \ddot{I}_\delta, \quad (1.4)$$

где  $B_p$  – выручка от реализации продукции;  $Z$  – издержки производства и сбыта;  $A$  – амортизация;  $H$  – налоги;  $P_p$  – выплаты процентов по кредитам.

Амортизация по своей экономической природе, являясь отчислением, призванным обеспечить накопление средств для компенсации износа основного капитала, не перестает быть собственностью предприятия, хотя и вычитается из его прибыли. Поэтому вполне логично включать начисленную амортизацию в денежный поток (денежные поступления).

### **1.2.3. Экономический срок жизни инвестиций (economic life) и ликвидационная стоимость**

Третий элемент анализа инвестиционного проекта – экономический срок жизни инвестиций (в отличие от физического срока службы основных средств, нематериальных активов и срока использования технологии).

Несмотря на возможность физического использования зданий, сооружений и др. основных средств, экономический срок жизни инвестиций заканчивается, как только исчезает рынок для данного продукта или услуги. Аналогично – самая лучшая технология бесполезна, если производимый продукт невозможно продать.

Сроки полезного использования основных средств и нематериальных

активов, применяемые для начисления амортизации в бухгалтерских и налоговых расчетах, обычно не совпадают с экономическим сроком жизни инвестиций.

Четвертым элементом анализа инвестиционного проекта является ликвидационная стоимость (recovery value).

Ликвидационная стоимость образуется в результате продажи активов предприятия в конце экономического срока жизни инвестиций. Различают условную и реальную продажи активов.

При условной продаже активов ликвидационная стоимость складывается из следующих составляющих:

- 1) остаточной стоимости основных фондов;
- 2) стоимости высвобождаемого оборотного капитала.

При реальной продаже основных фондов расчеты их ликвидационной стоимости производят в следующем порядке:

- 1) рыночная стоимость;
- 2) остаточная стоимость;
- 3) затраты на ликвидацию;
- 4) база налога на прибыль;
- 5) налог на прибыль;
- 6) ликвидационная стоимость.

#### ***1.2.4. Основные понятия инвестиционной стратегии и ее роль в развитии предприятия***

*Инвестиционная стратегия* представляет собой систему долгосрочных целей инвестиционной деятельности предприятия, определяемых общими задачами его развития и инвестиционной идеологией, а также выбор наиболее эффективных путей их достижения.

Инвестиционную стратегию можно представить как генеральный план действий в сфере инвестиционной деятельности предприятия, определяющий приоритеты ее направлений и форм, характер формирования инвестиционных ресурсов и последовательность этапов реализаций долгосрочных инвестиционных целей, обеспечивающих предусмотренное общее развитие предприятия. Соединение в инвестиционной стратегии системы целей и путей их достижения определяет границы возможной инвестиционной активности предприятия и принимаемых инвестиционных решений по направлениям и формам его инвестиционной деятельности в перспективном периоде. Инвестиционную стратегию предприятия можно охарактеризовать также как систему формализованных критериев, по которым оно оценивает и реализует свои инвестиционные возможности, моделирует свою перспективную инвестиционную позицию и обеспечивает ее достижение. Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что инвестиционная стратегия представляет собой системную концепцию, связующую и направляющую развитие инвестиционной деятельности предприятия.

*Разработка инвестиционной стратегии* представляет собой

обширный творческий процесс, включающий постановку целей инвестиционной деятельности, определение ее приоритетных направлений и форм, оптимизацию структуры формируемых инвестиционных ресурсов и их распределения, выработку инвестиционной политики по наиболее важным аспектам инвестиционной деятельности, поддержание взаимоотношений с внешней инвестиционной средой.

Процесс разработки инвестиционной стратегии является важнейшей составной частью общей системы стратегического выбора предприятия, основными элементами которого являются задача, общие стратегические цели развития, система функциональных стратегий в разрезе отдельных видов деятельности, способы формирования и распределения ресурсов. При этом инвестиционная стратегия находится в определенной соподчиненности с другими элементами стратегического выбора предприятия. Иерархия такой соподчиненности в наиболее общем виде представлена на рис. 1.8.



Рис. 1.8 – Иерархия взаимосвязи инвестиционной стратегии с другими основными элементами стратегического выбора предприятия

Актуальность разработки инвестиционной стратегии предприятия определяется рядом условий. Важнейшим из таких условий является интенсивность изменений факторов внешней инвестиционной среды. Высокая динамика основных макроэкономических показателей, связанных с инвестиционной активностью предприятий, темпы технологического прогресса, частые колебания конъюнктуры инвестиционного рынка, непостоянство государственной инвестиционной политики и форм регулирования инвестиционной деятельности не позволяют *эффективно управлять* инвестициями предприятия на основе лишь ранее накопленного опыта и традиционных методов инвестиционного менеджмента.

В этих условиях отсутствие разработанной инвестиционной стратегии, адаптированной к возможным изменениям факторов внешней инвестиционной среды, может привести к тому, что инвестиционные решения отдельных структурных подразделений предприятия будут носить разнонаправленный характер, приводить к возникновению противоречий и снижению эффективности инвестиционной деятельности в целом.

Одним из условий, определяющих актуальность разработки инвестиционной стратегии предприятия, является его предстоящий переход к новой стадии жизненного цикла. Каждой из стадий жизненного цикла предприятия присущи характерные ей уровень инвестиционной активности, направления и формы инвестиционной деятельности, особенности формирования инвестиционных ресурсов. Разрабатываемая инвестиционная стратегия позволяет заблаговременно адаптировать инвестиционную деятельность предприятия к предстоящим кардинальным изменениям возможностей его экономического развития.

Наконец, существенным условием, определяющим актуальность разработки инвестиционной стратегии, является кардинальное изменение целей операционной деятельности предприятия, связанное с открывающимися новыми коммерческими возможностями. Реализация таких целей требует изменения производственного ассортимента, внедрения новых производственных технологий, освоения новых рынков сбыта продукции и т. п. Существенное возрастание инвестиционной активности предприятия и диверсификация форм его инвестиционной деятельности должны носить прогнозируемый характер, обеспечиваемый разработкой четко сформулированной инвестиционной стратегии.

Основанная на новой парадигме управления, разработка инвестиционной стратегии базируется на предварительной идентификации достигнутого стратегического инвестиционного уровня предприятия. В процессе такой идентификации должно быть получено четкое представление о следующих параметрах, характеризующих возможности и ограничения развития инвестиционной деятельности предприятия (рис. 1.9):

1. Каков уровень стратегического мышления собственников, управляющих и инвестиционных менеджеров предприятия?

2. Каков уровень знаний инвестиционных менеджеров (т.е. уровень их информативной осведомленности) о состоянии и предстоящей динамике важнейших элементов внешней инвестиционной среды?

3. Какими инвестиционными ресурсами располагает предприятие, каковы возможности перспективного их формирования, как обеспечена их противоинфляционная защита в процессе накопления?

4. Соответствует ли уровень инвестиционной активности предприятия текущим и перспективным требованиям его развития, насколько полно используется его инвестиционный потенциал?



Рис. 1.9 – Система основных элементов, формирующих стратегический инвестиционный уровень предприятия

5. Имеется ли на предприятии целостная стратегическая концепция в виде миссии, общей стратегии, системы стратегических нормативов развития и т. п.; в какой мере эта стратегическая концепция структурирована в разрезе отдельных хозяйственных подразделений?

6. Какова эффективность действующих на предприятии систем инвестиционного анализа, планирования и контроля; в какой мере они ориентированы на решение стратегических задач?

7. Соответствует ли организационная структура управления инвестиционной деятельностью предприятия задачам перспективного его

развития?

8. Каков уровень инвестиционной культуры предприятия, насколько тесно он коррелирует с общей его организационной культурой?

Разработка инвестиционной стратегии играет большую роль в обеспечении эффективного развития предприятия. Эта роль заключается в следующем:

1. Разработанная инвестиционная стратегия обеспечивает механизм реализации долгосрочных общих и инвестиционных целей предстоящего экономического и социального развития предприятия в целом и отдельных его структурных единиц.

2. Она позволяет реально оценить инвестиционные возможности предприятия, обеспечить максимальное использование его внутреннего инвестиционного потенциала и возможность активного маневрирования инвестиционными ресурсами.

3. Она обеспечивает возможность быстрой реализации новых перспективных инвестиционных возможностей, возникающих в процессе динамических изменений факторов внешней инвестиционной среды.

4. Разработка инвестиционной стратегии учитывает заранее возможные вариации развития не контролируемых предприятием факторов внешней инвестиционной среды и позволяет свести к минимуму их негативные последствия для деятельности предприятия.

5. Она отражает сравнительные преимущества предприятия в инвестиционной деятельности в сопоставлении с его конкурентами.

6. Наличие инвестиционной стратегии обеспечивает четкую взаимосвязь стратегического, текущего и оперативного управления инвестиционной деятельностью предприятия.

7. Она обеспечивает реализацию соответствующего менталитета инвестиционного поведения в наиболее важных стратегических инвестиционных решениях предприятия.

8. В системе инвестиционной стратегии формируется значение основных критериальных оценок выбора реальных инвестиционных проектов и финансовых инструментов инвестирования.

9. Разработанная инвестиционная стратегия является одной из базисных предпосылок стратегических изменений общей организационной структуры управления и организационной культуры предприятия.

#### ***1.2.5. Принципы и последовательность разработки инвестиционной стратегии предприятия***

В основе разработки инвестиционной стратегии предприятия лежат принципы новой управленческой парадигмы – системы стратегического управления. К числу основных из этих принципов, обеспечивающих подготовку и принятие стратегических инвестиционных решений в процессе разработки инвестиционной стратегии предприятия, относятся (рис. 1.10):

1. ***Рассмотрение предприятия как открытой социально-экономической системы, способной к самоорганизации.*** Этот принцип

стратегического управления состоит в том, что при разработке инвестиционной стратегии предприятие рассматривается как определенная система, полностью открытая для активного взаимодействия с факторами внешней инвестиционной среды.



Рис. 1.10 – Основные принципы разработки инвестиционной стратегии предприятия

**2. Учет базовых стратегий операционной деятельности предприятия.** Являясь частью общей стратегии экономического развития предприятия, обеспечивающей в первую очередь развитие операционной деятельности, инвестиционная стратегия носит по отношению к ней подчиненный характер. Поэтому она должна быть согласована со стратегическими целями и направлениями операционной деятельности предприятия.

Вместе с тем инвестиционная стратегия сама оказывает существенное влияние на формирование стратегического развития операционной деятельности предприятия. Это связано с тем, что основные цели операционной стратегии – обеспечение высоких темпов реализации продукции, рост операционной прибыли и повышение конкурентной позиции предприятия – связаны с тенденциями развития соответствующего товарного рынка (потребительского или факторов производства).

Все многообразие стратегий операционной деятельности, реализацию которых призвана обеспечивать инвестиционная деятельность предприятия, может быть сведено к следующим базовым их видам:

*Ограниченный рост.* Этот тип операционной стратегии используется предприятиями со стабильным ассортиментом продукции и производственными технологиями, слабо подверженными влиянию технологического прогресса.

*Ускоренный рост.* Такой тип операционной стратегии избирают, как правило, предприятия, находящиеся в ранних стадиях своего жизненного цикла, а также в динамично развивающихся отраслях под воздействием технологического прогресса.

*Сокращение (или сжатие).* Эта операционная стратегия наиболее часто избирается предприятиями, находящимися на последних стадиях своего жизненного цикла, а также в стадии финансового кризиса.

*Сочетание (или комбинирование).* Такая стратегия характерна для наиболее крупных предприятий (организаций) с широкой отраслевой и региональной диверсификацией операционной деятельности.

**3. Преимущественная ориентация на предпринимательский стиль стратегического управления инвестиционной деятельностью.** Инвестиционное поведение предприятия в стратегической перспективе характеризуется приростным или предпринимательским стилем.

Основу *приростного стиля инвестиционного поведения* составляет постановка стратегических целей от достигнутого уровня инвестиционной деятельности с минимизацией альтернативности принимаемых стратегических инвестиционных решений.

Основу *предпринимательского стиля инвестиционного поведения* составляет активный поиск эффективных инвестиционных решений по всем направлениям и формам инвестиционной деятельности, а также на различных стадиях инвестиционного процесса.



4. **Обеспечение сочетания перспективного, текущего и оперативного управления инвестиционной деятельностью.** Концепция стратегического управления предусматривает, что разработанная инвестиционная стратегия предприятия получает свою дальнейшую конкретизацию в процессе текущего управления инвестиционной деятельностью путем формирования инвестиционной программы (инвестиционного портфеля) предприятия.

5. **Обеспечение адаптивности инвестиционной стратегии к изменениям факторов внешней инвестиционной среды.** Эта адаптивность реализуется в системе общего ситуационного подхода к предстоящей деятельности предприятия, определяемого парадигмой стратегического управления. Суть этого основополагающего подхода состоит в том, что все предстоящие стратегические изменения в инвестиционной деятельности предприятия – ее направлениях, формах, методах планирования и контроля, организационной структуре управления, инвестиционной культуре и т. п. – является прогнозируемой или оперативной его реакцией на соответствующие изменения различных факторов внешней инвестиционной среды.

6. **Обеспечение альтернативности стратегического инвестиционного выбора.** В основе стратегических инвестиционных решений должны лежать активный поиск альтернативных вариантов направлений, форм и методов осуществления инвестиционной деятельности, выбор наилучших из них, построение на этой основе общей инвестиционной стратегии и формирование механизмов эффективной ее реализации.

7. **Обеспечение постоянного использования результатов технологического прогресса в инвестиционной деятельности.** Формируя инвестиционную стратегию, следует иметь в виду, что инвестиционная деятельность является главным механизмом внедрения технологических нововведений, обеспечивающих рост конкурентной позиции предприятия на рынке.

8. **Учет уровня инвестиционного риска в процессе принятия стратегических инвестиционных решений.** Практически все основные инвестиционные решения, принимаемые в процессе формирования инвестиционной стратегии, в той или иной степени изменяют уровень инвестиционного риска.

9. **Ориентация на профессиональный аппарат инвестиционных менеджеров в процессе реализации инвестиционной стратегии.** Какие бы специалисты не привлекались к разработке отдельных параметров инвестиционной стратегии предприятия, ее реализацию должны обеспечивать подготовленные специалисты – инвестиционные менеджеры.

10. **Обеспечение разработанной инвестиционной стратегии предприятия соответствующими организационными структурами управления инвестиционной деятельностью и принципами инвестиционной культуры.** Важнейшим условием эффективной

реализации инвестиционной стратегии являются соответствующие ей изменения организационной структуры управления и инвестиционной культуры.

Процесс разработки инвестиционной стратегии предприятия осуществляется по следующим этапам (рис. 1.11).

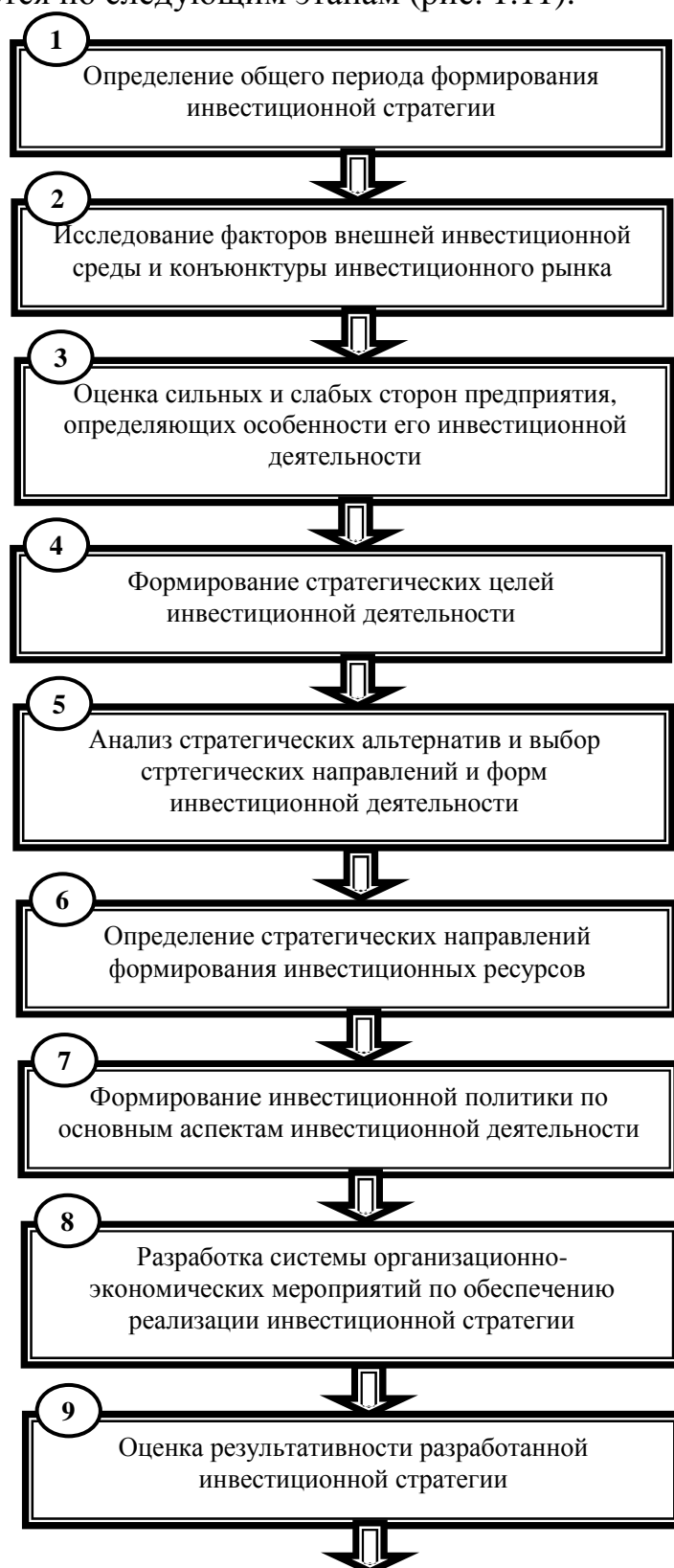


Рис. 1.11 – Основные этапы процесса разработки инвестиционной стратегии предприятия

### **1.2.6. Методы разработки инвестиционной стратегии предприятия**

#### **1.2.6.1. Формирование стратегических целей инвестиционной деятельности**

Стратегическое управление инвестиционной деятельностью носит целевой характер, т. е. предусматривает постановку и достижение определенных целей. Будучи четко выраженными, стратегические цели становятся мощным средством повышения эффективности инвестиционной деятельности в долгосрочной перспективе, ее координации и контроля, а также базой для принятия управленческих решений на всех стадиях инвестиционного процесса.

Стратегические цели инвестиционной деятельности предприятия представляют собой описанные в формализованном виде желаемые параметры его стратегической инвестиционной позиции, позволяющие направлять эту деятельность в долгосрочной перспективе и оценивать ее результаты.

Формирование стратегических целей инвестиционной деятельности должно отвечать определенным требованиям, основные из которых представлены на (рис. 1.12).



Рис. 1.12 – Основные требования, предъявляемые к формированию стратегических инвестиционных целей предприятия

Формирование стратегической инвестиционной деятельности предприятия осуществляется по следующим основным этапам:

1. Ретроспективный анализ тенденций развития основных результативных показателей инвестиционной деятельности в увязке с динамикой факторов внешней инвестиционной среды и параметрами внутреннего инвестиционного потенциала предприятия. Основная задача такого анализа заключается в выявлении закономерностей и особенностей развития важнейших параметров инвестиционной деятельности отдельных объектов стратегического управления предприятия и установлении степени влияния на них различных внешних и внутренних факторов.

2. Формулировка главной стратегической цели инвестиционной деятельности предприятия. На этом этапе ранее рассмотренная главная цель инвестиционного менеджмента конкретизируется в определенном показателе и получает количественное значение.

3. Определение желательных и возможных тенденций развития отдельных показателей инвестиционной деятельности, обеспечивающих достижение ее главной цели. В процессе этого этапа выявляются основные параметры развития инвестиционной деятельности предприятия, обеспечивающие реализацию ее главной цели, которые могут быть поддержаны за счет благоприятных условий предстоящей динамики внешних и внутренних факторов.

4. Определение нежелательных, но возможных тенденций развития отдельных результатов инвестиционной деятельности, препятствующих достижению ее главной цели.

5. Учет объективных ограничений в достижении желаемых параметров стратегической инвестиционной позиции предприятия.

6. Формирование системы основных стратегических целей инвестиционной деятельности, обеспечивающих достижение ее главной цели.

7. Формирование системы вспомогательных поддерживающих целей, включаемых в инвестиционную стратегию предприятия.

8. Взаимоувязка всех стратегических целей и построение «дерева целей» инвестиционной стратегии предприятия. Главная, основные и вспомогательные стратегические цели рассматриваются как единая комплексная система и поэтому требуют четкой взаимоувязки с учетом их приоритетности и ранговой значимости.

9. Окончательная индивидуализация всех стратегических целей инвестиционной деятельности предприятия с учетом требований их реализуемости.

#### *1.2.6.2. Оценка результативности разработанной инвестиционной стратегии*

Оценка результативности инвестиционной стратегии, разработанной предприятием, осуществляется по следующим основным параметрам (рис. 1.13).



Рис. 1.13 – Основные параметры оценки результативности разработанной инвестиционной стратегии предприятия

### **1.2.7. Общие положения подготовки инвестиционных проектов**

#### **1.2.7.1. Инвестиционный проект (ИП)**

Термин «инвестиционный проект» можно понимать в двух смыслах:

1) как комплект документов, содержащих формулирование цели предстоящей деятельности и определение комплекса действий, направленных на ее достижение;

2) как сам этот комплекс действий (работ, услуг, приобретений, управленческих операций и решений), направленных на достижение сформулированной цели (т. е. как документацию и как деятельность).

В настоящей монографии термины «инвестиционный проект»,

«проект» употребляются как в одном, так и во втором смыслах, что будет видно из логики изложения.

*Масштаб (общественная значимость) проекта* определяется влиянием результатов его реализации на хотя бы один из (внутренних или внешних) рынков: финансовый, продуктов и услуг, труда и т. д., а также на экономическую и социальную обстановку.

В зависимости от значимости (масштаба) проекты подразделяются:

- на *глобальные*, реализация которых существенно влияет на экономическую, социальную или экологическую ситуацию на Земле;
- *народнохозяйственные*, реализация которых существенно влияет на экономическую, социальную или экологическую ситуацию в стране;
- *крупномасштабные*, реализация которых существенно влияет на экономическую, социальную или экологическую ситуацию в отдельных регионах или отраслях экономики страны;
- *локальные*, реализация которых не оказывает существенного влияния на экономическую ситуацию в регионе и не изменяет уровень и структуру цен на товарных рынках.

#### *1.2.7.2. Принципы формирования и подготовки инвестиционных проектов*

Подготовка инвестиционного проекта – длительный и, как правило, очень дорогостоящий процесс, состоящий из ряда этапов и стадий.

В международной практике принято различать три основных этапа этого процесса:

- 1) *предынвестиционный этап*;
- 2) *этап инвестирования*;
- 3) *этап эксплуатации вновь созданных объектов*.

Мы будем заниматься в основном вопросами, связанными с *предынвестиционным этапом*. Это означает, что в центре внимания будут методы решения проблем, возникающих на последовательных стадиях *предынвестиционного этапа*.

В современной экономической практике выделяются следующие четыре стадии:

- 1) *поиск инвестиционных концепций (opportunity studies)*;
- 2) *предварительная подготовка проекта (pre-feasibility studies)*;
- 3) *окончательная подготовка проекта и оценка его технико-экономической и финансовой приемлемости (feasibility studies)*;
- 4) *стадия финального рассмотрения и принятия по нему решения (final evaluation)*.

Украинская практика оценки эффективности инвестиционных проектов предусматривает несколько иные названия стадий разработки проектов, что не меняет логики постадийной их подготовки.

Логика такого членения проекта такова: вначале надо найти саму возможность улучшения показателей предприятия с помощью инвестирования, иначе говоря – во что рационально можно вложить

деньги. Затем надо тщательно проработать все аспекты реализации инвестиционной идеи и разработать адекватный предварительный проект (или бизнес-план), основанный на недостаточно полной еще информации (усредненных статистических данных, аналогиях, экспертных оценках). Подготовка необходимой информации не требует значительных затрат, но должна быть осуществлена достаточно быстро. Если такой предварительный проект представляет интерес, то исследования стоит продолжить). Это предполагает более углубленную проработку проекта и тщательную оценку экономических и финансовых аспектов намечаемого инвестирования. Ясно, что требования к достоверности используемой информации на этой стадии возрастают. Все расчеты должны быть максимально объективными. Наконец, если результаты и такой оценки оказываются привлекательными, наступает стадия принятия окончательного решения о реализации проекта и выборе наилучшей из возможных схем его финансирования.

Достоинство такого поэтапного подхода состоит в том, что он обеспечивает возможность постепенного нарастания усилий и затрат, вкладываемых в подготовку проекта.

Действительно, неотъемлемым элементом каждой из стадий является оценка полученных результатов и отбор наиболее многообещающих проектов. Только эти отобранные проекты и становятся объектом исследований на следующей стадии, работа только над ними получает финансирование. Проекты же, не подтвердившие свою перспективность, сразу же отвергаются, и это позволяет избежать той крупной траты денег, которая происходила бы, если бы все инвестиционные концепции доходили до дорогостоящей стадии окончательной подготовки и тщательной оценки.

Важность такой фильтрации проектов будет более понятна, если принять во внимание, что, по имеющимся оценкам, стоимость работ по окончательной подготовке и оценке проекта может достигать для малых проектов 1-3%, а для крупных – 0,2-1% общей суммы инвестиций.

### ***Поиск инвестиционных возможностей***

Поиск и выбор идей, в которые стоит вложить деньги, – задача со множеством вариантов решений. Поэтому мы попытаемся очертить хотя бы рамки, в которых стоит вести такой поиск.

Что может служить отправной точкой при формировании инвестиционной концепции? Ответ на этот вопрос зависит от того, кто в ней заинтересован. Если речь идет об уже существующем предприятии, то круг его инвестиционных концепций в значительной степени предопределяется отраслевым профилем, накопленным опытом завоевания рынка, квалификацией персонала и т. д.

Более свободны в поисках инвестиционных концепций органы регионального и отраслевого управления. Для них отправной точкой могут служить неудовлетворенные потребности региона или отрасли либо приоритеты государственной структурной политики.

В международной практике принята следующая классификация исходных посылок, на основе которых может вестись поиск инвестиционных концепций предприятиями и организациями самого разного профиля:

а) наличие полезных ископаемых или иных природных ресурсов, пригодных для переработки и производственного использования. Круг таких ресурсов может быть очень широк: от нефти и газа до леса-топляка и растений, пригодных для фармацевтических целей;

б) возможности и традиции существующего сельскохозяйственного производства, определяющие потенциал его развития и круг проектов, которые могут быть реализованы на предприятиях агропромышленного комплекса;

в) оценки возможных в будущем сдвигов в величине и структуре спроса под влиянием демографических или социально-экономических факторов либо в результате появления на рынке новых типов товаров;

г) структура и объемы импорта, которые могут стать толчком для разработки проектов, направленных на создание импортозамещающих производств (особенно если это поощряется правительством согласно внешнеторговой политике);

д) опыт и тенденции развития структуры производства в других отраслях, особенно со сходными уровнями социально-экономического развития и аналогичными ресурсами;

е) потребности, которые уже возникли или могут возникнуть в отраслях-потребителях в рамках отечественной или мировой экономики;

ж) информация о планах увеличения производства в отраслях-потребителях или растущем спросе на мировом рынке на уже производимую продукцию;

з) известные или вновь обнаруженные возможности диверсификации производства на единой сырьевой базе (например, углубление переработки древесины путем создания отделочных материалов из отходов производства и некачественного леса);

и) рациональность увеличения масштабов производства с целью достижения экономии издержек при массовом производстве;

к) общеэкономические условия (например, создание правительством особо благоприятного инвестиционного климата, улучшение возможностей для экспорта в результате изменений обменных курсов национальной валюты и т. д.).

Очевидно, что на основе таких исходных посылок можно сформулировать лишь укрупненную идею инвестиционного проекта, лишь ту среду, то направление, в котором проект следует разработать. Это тем более так, потому что на данной стадии для анализа часто могут быть использованы лишь очень приближенные, укрупненные данные, полученные на основе государственной статистики или иной общедоступной информации. И до тех пор, пока та или иная концепция инвестиционного проекта не получит хотя бы принципиального одобрения



лиц, ответственных за принятие решений об инвестициях, нецелесообразно тратить дополнительные средства на сбор и подготовку более детальной и достоверной информации.

### ***Предварительная подготовка инвестиционного проекта***

Задачей этой стадии работ является разработка инвестиционного проекта (или бизнес-плана проекта), т.е. решение задачи, общей для любой новой коммерческой деятельности. Однако если для обычного (небольшого) коммерческого проекта, не требующего дополнительного инвестиционного цикла или связанного с относительно небольшими суммами капитальных затрат, разработанный проект (предварительная подготовка) может стать главным документом, то при подготовке крупных проектов инвестиций в реальные активы он превращается лишь в промежуточный документ, что не делает его менее важным. Задача такого проекта (или бизнес-плана) состоит в поиске ответа на два основных вопроса:

- является ли концепция инвестиционного проекта настолько перспективной и сулящей такие выгоды, что имеет смысл продолжить над ней работать, готовя детальные материалы для оценки технико-экономической и финансовой привлекательности проекта?

- есть ли в данной концепции какие-то аспекты, которые имеют решающее значение для будущего успеха проекта и исследованию которых надо поэтому уделить особое внимание (например, путем организации «пробных рынков» и т. п.)?

Что же собой представляет инвестиционный проект (или бизнес-план проекта)?

Инвестиционный проект – это документ, который описывает все основные аспекты будущего коммерческого предприятия, анализирует все проблемы, с которыми оно может столкнуться, а также определяет способы решения этих проблем. Поэтому правильно составленный инвестиционный проект в конечном счете отвечает на вопрос: стоит ли вообще вкладывать деньги в это дело и принесет ли оно доходы, которые окупят все затраты сил и средств? Конечно, каждый предприниматель-новичок старается продумать эти вопросы, но очень важно составить инвестиционный проект на бумаге в соответствии с определенными требованиями и провести специальные расчеты – это помогает заранее увидеть будущие проблемы и понять, преодолимы ли они и где надо заранее подстраховаться.

Личное участие руководителя в разработке инвестиционного проекта настолько важно, что многие зарубежные банки и инвестиционные фирмы вообще отказываются рассматривать заявки на выделение средств, если становится известно, что проект с начала и до конца был подготовлен консультантом со стороны, а руководителем лишь подписан. Это не значит, конечно, что не надо пользоваться услугами консультантов. Совсем наоборот, привлечение экспертов весьма приветствуется инвесторами. Речь о другом: разработка проекта требует личного участия

руководителя предприятия или человека, собирающегося открыть свое дело. Включаясь в эту работу, он как бы моделирует свою деятельность, проверяя на прочность и сам замысел, и себя: хватит ли у него сил обеспечить успех проекту.

Овладение искусством разработки инвестиционных проектов (или бизнес-планов) сегодня становится крайне актуальным в силу трех причин:

- во-первых, в нашу экономику идет новое поколение предпринимателей, многие из которых никогда не руководили хоть каким-нибудь коммерческим предприятием и потому плохо представляют весь круг ожидающих их проблем в рыночной экономике;

- во-вторых, меняющаяся хозяйственная среда ставит и опытных руководителей предприятий перед необходимостью по-иному просчитывать свои будущие шаги и готовиться к конкурентной борьбе, в которой не бывает мелочей;

- в-третьих, рассчитывая получить иностранные инвестиции для подъема нашей экономики, необходимо уметь обосновывать свои заявки и доказывать инвесторам, что мы способны просчитывать все аспекты использования таких инвестиций.

Назначение инвестиционного проекта состоит в том, чтобы помочь предпринимателям и экономистам решить четыре основные задачи:

- изучить емкость и перспективы будущего рынка сбыта;
- оценить затраты, необходимые для изготовления и сбыта нужной этому рынку продукции, и соизмерить их с теми ценами, по которым можно будет продавать свои товары, – чтобы определить потенциальную прибыльность задуманного дела;

- обнаружить все возможные подводные камни, ожидающие новое дело;

- определить те сигналы и те показатели, на основе которых можно будет регулярно оценивать деятельность предприятия.

Предварительный инвестиционный проект должен иметь вполне определенную структуру, аналогичную той, которая будет необходима при детальной разработке проекта. Справочник ЮНИДО рекомендует выделить в этой структуре разделы, посвященные анализу возможных решений в части:

- 1) объемов и структуры производства товаров, на основе изучения потенциала рынка и производственных мощностей, необходимых для обеспечения прогнозируемых объемов выпуска товаров;

- 2) технических основ организации производства: характеристики будущей технологии и парка оборудования, необходимого для ее реализации;

- 3) желательного и возможного размещения новых производственных объектов;

- 4) используемых ресурсов и их объемов, необходимых для производства;

- 5) организации трудовой деятельности персонала и оплаты труда;

- 6) размеров и структуры накладных расходов;
- 7) организационно-правового обеспечения реализации проекта, включая юридические формы функционирования вновь создаваемого объекта;
- 8) финансового обеспечения проекта, т. е. оценки необходимых сумм инвестиций, возможных производственных затрат, а также способов получения инвестиционных ресурсов и достижимой прибыльности их использования.

***Окончательная подготовка проекта и оценка его технико-экономической и финансовой приемлемости***

Подготовка детального технико-экономического и финансового обоснования проекта должна обеспечивать альтернативное рассмотрение проблем, связанных со всеми аспектами готовящихся инвестиций: техническими, финансовыми и коммерческими. Очевидно, что решение такой задачи не по силам только экономистам, а потому желательно, чтобы на этом этапе над проектом работала постоянная группа специалистов различного профиля (в зависимости от вида деятельности предприятия и его особенностей). Например, для разработки проектов в сфере материального производства можно рекомендовать следующий состав группы:

- 1) экономист с опытом работы в данной отрасли (руководитель группы);
- 2) специалист по анализу рынков сбыта будущей продукции;
- 3) инженер-конструктор, хорошо знающий особенности будущей продукции и возможные проблемы при ее реализации и особенности сервиса;
- 4) инженеры-технологи, хорошо знающие технологию изготовления продукции;
- 5) инженер-строитель, имеющий опыт создания аналогичных производств;
- 6) различные специалисты по учету затрат в производствах данного типа.

Наряду с постоянными специалистами в работе группы обычно принимают участие эксперты по отдельным проблемам (юристы, экологи и т. д.). Это тем более важно, что на данной стадии работы она может приобрести уже итеративный характер. Если выясняется, что приемлемость проекта становится сомнительной в силу каких-то причин, то проектная группа должна попытаться найти альтернативное решение, которое позволит устранить это препятствие на пути к выгодному инвестированию. Речь идет не о «подгонке под заданный результат», а о том, что почти всегда существует несколько возможностей решения одной и той же проблемы, и задача проектной группы состоит именно в поиске той комбинации всех доступных способов решения отдельных проблем, которая сделает проект приемлемым, т.е. позволит производить конкретный продукт для известного рынка с финансовыми результатами,

удовлетворяющими инвесторов.

Процесс поиска таких комбинаций, делающих проект привлекательным, должен найти отражение в окончательном документе, поскольку описание его этапов и результатов уже само по себе несет важную информацию в подкрепление достоверности окончательных выводов о целесообразности или нецелесообразности реализации рассматриваемого инвестиционного проекта.

На этой стадии аналитических работ особенно важно как можно точнее определить масштабы будущего проекта, т. е. величину планируемого выпуска или количественные параметры деятельности в сфере услуг. Без такого уточнения бессмысленно вести дальнейший сбор информации. Причина очевидна: от масштабов будущей деятельности на вновь создаваемом производственном объекте будут зависеть потребности в инвестициях, затраты на производство продукции (оказание услуг) и в конечном счете прибыль. Кроме того, без определения масштабов будущей производственной деятельности невозможно проводить достоверное сравнение различных вариантов инвестиционных проектов.

Не менее важная задача этой стадии работ – как можно более точное временное планирование всех видов работ, без которых данный инвестиционный проект не может быть реализован. Такое планирование особенно важно для анализа на основе сопоставления дисконтированных денежных притоков и оттоков.

Подготовка всех типов данных для принятия окончательного решения составляет основное содержание стадии окончательной формулировки инвестиционного проекта и тщательной оценки его технико-экономической и финансовой приемлемости.

Что касается следующей, последней стадии – принятия окончательного решения о целесообразности реализации проекта, то его осуществление предполагает учет целого комплекса факторов, в том числе и внеэкономических (например, политических и социальных), а потому мы не будем его рассматривать, ограничив круг наших тем только экономическими аспектами инвестиционного процесса.

#### ***1.2.8. Оценка эффективности инвестиционных проектов (ИП)***

*Эффективность* – категория, отражающая соответствие проекта целям и интересам его участников.

Осуществление эффективных проектов увеличивает поступающий в распоряжение общества внутренний валовой продукт (ВВП), который затем делится между участвующими в проекте субъектами (фирмами, акционерами и работниками, банками, бюджетами разных уровней и пр.). Поступлениями и затратами этих субъектов определяются различные виды эффективности ИП.

Рекомендуется оценивать следующие *виды эффективности*:

– эффективность проекта в целом;

– эффективность участия в проекте.

*Эффективность проекта в целом* оценивается с целью определения потенциальной привлекательности проекта для возможных участников и поисков источников финансирования. Она включает в себя:

– *общественную* (социально-экономическую) эффективность проекта;

– *коммерческую* эффективность проекта.

Показатели *общественной эффективности* учитывают социально-экономические последствия осуществления ИП для общества в целом, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и «внешние»: затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Показатели *коммерческой эффективности проекта* учитывают финансовые последствия его осуществления для единственного участника, реализующего ИП, *в предположении, что он производит все необходимые для реализации проекта затраты и пользуется всеми его результатами.*

Показатели эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические и организационные проектные решения.

*Эффективность участия в проекте* определяется с целью проверки реализуемости ИП и заинтересованности в нем всех его участников.

Эффективность участия в проекте включает:

– эффективность для *предприятий-участников*;

– эффективность *инвестирования в акции* предприятия (эффективность для акционеров);

– эффективность участия в проекте *структур более высокого уровня* по отношению к предприятиям-участникам ИП, в том числе:

– *региональную и государственную* эффективность – для отдельных регионов и народного хозяйства Украины;

– *отраслевую* эффективность – для отдельных отраслей народного хозяйства, финансово-промышленных групп, объединений предприятий и холдинговых структур;

– *бюджетную* эффективность ИП (эффективность участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней).

В настоящей работе мы рассмотрим оценку коммерческой эффективности локальных проектов в целом, а также проверку реализуемости ИП и оценку эффективности участия предприятий в проекте.

### ***Основные принципы оценки эффективности***

В основу оценок эффективности инвестиционных проектов положены следующие ключевые принципы:

– *рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла* (расчетного периода);

– *моделирование денежных потоков*, включающих все связанные с

осуществлением проекта притоки и оттоки денежных средств за расчетный период;

- *сопоставимость условий сравнения различных проектов* (вариантов проекта);

- *принцип положительности и максимума эффекта*. Для того чтобы ИП с точки зрения инвестора был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект от реализации проекта был положительным; при сравнении альтернативных ИП предпочтение следует отдавать проекту с наибольшим значением эффекта;

- *учет фактора времени*. При оценке эффективности проекта должны учитывать различные аспекты фактора времени, в том числе динамичность параметров проекта и его экономического окружения; разрывы во времени (лаги) между производством продукции или поступлением ресурсов и их оплатой; неравноценность разновременных затрат и/или результатов;

- *учет только предстоящих затрат и поступлений*. При расчетах показателей эффективности должны учитываться только предстоящие в ходе осуществления проекта затраты и поступления, включая затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящие потери, непосредственно вызванные осуществлением проекта (например, от прекращения действующего производства в связи с организацией на его месте нового). Ранее созданные ресурсы, используемые в проекте, оцениваются не затратами на их создание, а альтернативной стоимостью (opportunity cost), отражающей максимальное значение упущенной выгоды, связанной с их наилучшим возможным альтернативным использованием. Прошлые, уже осуществленные затраты, не обеспечивающие возможности получения альтернативных (т. е. получаемых вне данного проекта) доходов в перспективе (невозвратные затраты, sunk cost) в денежных потоках не учитываются и на значение показателей эффективности не влияют;

- *учет наиболее существенных последствий проекта*. При определении эффективности ИП должны учитываться все последствия его реализации, как непосредственно экономические, так и внеэкономические;

- *учет наличия разных участников проекта*, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала, выражающихся в индивидуальных значениях нормы дисконта;

- *многоэтапность оценки*. На различных стадиях разработки и осуществления проекта его эффективность определяется заново, с различной глубиной проработки;

- *учет влияния инфляции* (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период реализации проекта);

- *учет влияния неопределенности и рисков*, сопровождающих реализацию проекта.

### **Общая схема оценки эффективности инвестиционных проектов**

Оценка эффективности инвестиционных проектов проводится в два этапа.

На первом этапе рассчитываются показатели эффективности проекта в целом. Цель этого этапа – агрегированная экономическая оценка проектных решений и создание необходимых условий для поиска инвесторов. Для локальных проектов оценивается только их коммерческая эффективность, и если она оказывается приемлемой, то можно переходить ко второму этапу оценки.

Второй этап осуществляется после выработки схемы финансирования. На этом этапе уточняется состав участников и определяется финансовая реализуемость и эффективность участия в проекте каждого из них.

Для локальных проектов на этом этапе определяется эффективность участия в проекте отдельных предприятий-участников, эффективность инвестирования в акции таких акционерных предприятий.

#### **Денежные потоки инвестиционного проекта**

Эффективность инвестиционного проекта оценивается в течение расчетного периода, охватывающего временной интервал от начала проекта до его прекращения.

Расчетный период разбивается на шаги – отрезки, в пределах которых производится агрегирование данных, используемых для оценки финансово-экономических показателей. Шаги расчета определяются их номерами (0, 1,...). Время в расчетном периоде измеряется в годах или долях года и отсчитывается от фиксированного момента  $t_0 = 0$ , принимаемого за базовый (обычно в качестве базового принимается момент начала или конца нулевого шага; при сравнении нескольких проектов базовый момент для них рекомендуется выбирать одним и тем же). В тех случаях, когда базовым является начало нулевого шага, момент начала шага с номером  $m$  обозначается через  $t_m$ ; если же базовым моментом является конец нулевого шага, через  $t_m$  обозначается конец шага с номером  $m$ . Продолжительность разных шагов может быть различной.

Денежный поток (Cash Flow, CF) инвестиционного проекта – это зависимость от времени денежных поступлений (притоков) и платежей (оттоков) при реализации проекта, определяемая для всего расчетного периода.

Значение денежного потока обозначается через  $\phi_{(t)}$  ( $CF_t$ ), если оно относится к моменту времени  $t$ , или через  $\phi_{(m)}$  ( $CF_m$ ), если он относится к шагу  $m$ .

В тех случаях, когда речь идет о нескольких потоках или о какой-то составляющей денежного потока, указанные обозначения дополняются необходимыми индексами.

На каждом шаге значение денежного потока характеризуется:

– притоком, равным размеру денежных поступлений

(или результатов в стоимостном выражении) на этом шаге ( $\Pi_m$ );

- *оттоком*, равным платежам на этом шаге ( $O_m$ );
- *сальдо* (активным балансом, эффектом), равным разнице между притоком и оттоком ( $\Pi_m - O_m$ ).

Денежный поток  $\phi_{(t)}$  обычно состоит из потоков от отдельных видов деятельности:

- денежного потока от инвестиционной деятельности  $\phi_{(t)}^u$ ;
- денежного потока от операционной деятельности  $\phi_{(t)}^0$ ;
- денежного потока от финансовой деятельности  $\phi_{(t)}^\phi$ .

Для ряда инвестиционных проектов строго разграничить потоки по разным видам деятельности может показаться затруднительным. В этих случаях можно объединить некоторые (или все) потоки.

Денежные потоки могут выражаться в *текущих, прогнозных и дефлированных* ценах. *Текущими* называются цены без учета инфляции.

*Прогнозными* называются цены, ожидаемые (с учетом инфляции) на будущих шагах расчета.

*Дефлированными* называются прогнозные цены, приведенные к уровню цен фиксированного момента времени путем деления на общий базисный индекс инфляции.

Денежные потоки могут выражаться в разных валютах. Рекомендуется учитывать денежные потоки в тех валютах, в которых они реализуются (производятся поступления и платежи), вслед за этим приводить их к единой, итоговой валюте.

По расчетам, представляемым в государственные органы, итоговой валютой считается национальная валюта Украины. При необходимости денежные потоки могут быть выражены в дополнительной итоговой валюте.

При оценке эффективности инвестиционных проектов используются:

- денежные потоки инвестиционного проекта;
- денежные потоки для отдельных участников проекта.

Наряду с денежными потоками при оценке инвестиционного проекта используется также *накопленный (кумулятивный) денежный поток*. Это поток, характеристики которого – *накопленный приток, накопленный отток* и *накопленное сальдо (накопленный эффект)* – определяются на каждом шаге расчетного периода как сумма соответствующих характеристик денежного потока за данный и все предшествующие шаги.

### ***Особенности оценки эффективности на разных стадиях разработки и осуществления проекта***

Оценка эффективности инвестиционных проектов осуществляется на следующих стадиях:

- *поиск инвестиционных возможностей* (другие названия: определение возможностей, инвестиционное предложение,



бизнес-перспект, opportunity studies, OS);

- *предварительная подготовка проекта* (другие названия: стадия предварительного выбора, обоснование инвестиций, pre-feasibility studies, PS);

- *окончательная подготовка проекта* (другие названия: стадия проектирования, технико-экономическое обоснование, final evaluation, FE);

- *осуществление инвестиционного проекта* (экономический мониторинг).

Принципы оценки эффективности инвестиционных проектов одинаковы на всех стадиях. Оценка может различаться по видам эффективности, а также по набору и степени достоверности исходных данных и подробности их описания.

На стадиях *поиска инвестиционных возможностей и предварительной подготовки проекта*, как правило, ограничиваются оценкой эффективности проекта в целом, при этом расчеты денежных потоков производятся в текущих ценах. Схема финансирования проекта может быть намечена в самых общих чертах (в том числе по аналогии, на основании экспертных оценок).

На стадии *окончательной подготовки проекта* оцениваются все приведенные выше виды эффективности. При этом должны использоваться реальные исходные данные, в том числе и по схеме финансирования, а расчеты – производиться в текущих и прогнозных ценах.

В процессе экономического мониторинга инвестиционного проекта рекомендуется оценивать и сопоставлять с исходным расчетом только показатели эффективности участия предприятий в проекте. Если при этом обнаруживается, что показатели эффективности, полученные при исходном расчете, не достигаются, рекомендуется на основании расчета эффективности инвестиций для участников инвестиционного проекта с учетом только предстоящих затрат и результатов рассмотреть вопрос о целесообразности продолжения проекта, введении в него изменений и т. д., после чего пересчитать эффективность участия предприятия-проектостроителя и эффективность инвестирования в акции других участников (в частности, для оценки степени привлекательности проекта для акционеров).

### ***Схема финансирования. Финансовая реализуемость инвестиционных проектов***

Цель определения *схемы финансирования* – обеспечение *финансовой реализуемости* инвестиционного проекта, т. е. обеспечение такой структуры денежных потоков проекта, при которой на каждом шаге расчета имеется достаточное количество денег для его продолжения. Если не учитывать неопределенность и риск, то *достаточным условием финансовой реализуемости инвестиционного проекта является неотрицательность на каждом шаге от величины накопленного сальдо потока.*

При разработке схемы финансирования определяется потребность в привлеченных средствах. При необходимости возможно вложение части положительного сальдо суммарного денежного потока на депозиты или в долговые ценные бумаги. Такие вложения называются *вложением в дополнительные фонды*.

В дополнительные фонды могут включаться средства из амортизации и чистой прибыли. Включение средств в дополнительные фонды рассматривается как отток.

Притоки от этих средств рассматриваются как часть внереализационных притоков инвестиционного проекта (от операционной деятельности).

### ***1.2.9. Перспективные направления инвестиционной стратегии***

Основными направлениями инвестиционной стратегии, с точки зрения максимальной эффективности, сегодня и в ближайшее время будут такие:

- улучшение воспроизводимой структуры капиталовложений, повышение удельного веса затрат на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий за счет уменьшения удельного веса нового строительства в производственной сфере;
- усовершенствования технологической структуры капитальных вложений, увеличения в их составе удельного веса оборудования и соответственно сокращения строительно-монтажных работ;
- изменение отраслевой структуры капитальных вложений с точки зрения значительного повышения жизненного уровня населения в пользу областей, которые вырабатывают продукты питания и предметы личного потребления (сельского хозяйства, перерабатывающих областей, легкой и пищевой промышленности);
- приоритетное обеспечение капитальными вложениями прогрессивных направлений научно-технического прогресса, которые оказывают содействие снижению ресурсоемкости производства и повышению качества продукции;
- увеличения объемов капитальных вложений на реализацию жилой и других социальных программ (здравоохранения, образования и др.);
- сбалансированность инвестиционного процесса.

Для того чтобы эти прогрессивные направления инвестиционной стратегии и важные составные его эффективности были реализованы, нужно всеми возможными способами наращивать и поддерживать интеллектуальный потенциал инвестиционной деятельности, стимулировать повышение его творческой отдачи, реконструировать старый хозяйственный механизм и создать новый, который сделал бы процесс внедрения научно-технического прогресса жизненно необходимым и потому выгодным.

Важную роль в сокращении продолжительности инвестиционного цикла и повышении его эффективности сыграет инфраструктурное звено.

Необходимо укрепить ремонтно-эксплуатационную базу предприятий, систему производственно-технологической комплектации, складское хозяйство и прочие производственные службы. Высокие требования выдвигаются к кадровому потенциалу, поэтому следует расширить подготовку работников через профессионально-технические училища. Значительное внимание надо уделить развитию социально-бытовой инфраструктуры: строительству жилья, детских дошкольных учреждений, клубов, санаториев-профилакториев. Все это создаст необходимые условия для стабилизации трудовых коллективов и неуклонного повышения эффективности их работы. Воплощения всех составных противозатратной концепции развития промышленных комплексов обеспечит постепенный переход к эффективному инвестированию экономики Украины.

Процесс расширенного воспроизведения основных фондов и производственных мощностей в Украине реализуется с помощью строительства новых, расширения, реконструкции и технического переоснащения действующих предприятий, формирования межотраслевых народнохозяйственных и территориально-производственных комплексов. Эффективное сбалансированное осуществление инвестиционного процесса соответственно поставленным социально-экономическим целям и задачам – важнейший источник экономического возрастания и повышения благосостояния людей. Поэтому важно обеспечить рациональное объединение инвестиционной стратегии и тактики, то есть путей достижения общей цели с конкретными решениями относительно ее воплощения на разных уровнях хозяйственного управления.

Инвестиционная деятельность увеличивает основные фонды и производственные мощности с учетом наиболее новых достижений в области техники и технологии или поддерживает их в трудоспособном состоянии. Многогранные аспекты такой деятельности обрабатываются с помощью непрерывного инвестиционного планирования, которое охватывает разные промежутки времени.

Исходными компонентами инвестиционного планирования являются поиск и формирование вариантов капиталовложений, определение относительных и абсолютных размеров их прибыльности, установление возможностей финансирования за счет разных источников, оценивание надежности реализации и возможности успеха того ли другого варианта инвестирования. Для решения таких сложных и нехарактерных для управленческого персонала проблем целесообразно привлекать научно-консультационные фирмы или временно нанимать группы ученых – специалистов в конкретной области научных и практических знаний. Правильность принятых научно-технических решений, связанных с практическими возможностями, будет оказываться во время продолжительного периода благотворного влияния инвестиций на производство и сбыт продукции, увеличения прибыли предприятия.

Основной целью предприятия в условиях рыночной экономики, как следует из мирового опыта, является прибыльность.

Следующая цель – увеличить объемы производства и реализации, создать и поддерживать добрую репутацию предприятия у потребителей, высокую производительность работы, улучшить качество и потребительские свойства вырабатываемой продукции, создать новые современные образцы изделий, достичь высоких количественно-квалификационных показателей, высокого профессионального уровня производственного персонала, добиться его добросовестного отношения к работе, а также высокой общественной репутации. Некоторые из этих показателей тяжело поддаются количественной оценке, тем не менее существенным образом влияют на разработку инвестиционной политики предприятия и дают возможность на любом промежутке времени принимать правильные и обоснованные решения относительно капиталовложений.

### **1.3. Методы и аппарат формирования и оценки проектных решений в строительстве**

#### ***1.3.1. Анализ и выбор принципов эффективности проектных решений***

При оценке эффективности строительных решений необходимо учитывать создание дополнительных нематериальных благ, духовных ценностей, таких как повышение уровня культуры, образования, гарантия здоровья, комфорта, хорошего настроения и т. п., которые, к сожалению, не всегда и учитывались существующими методиками оценки проекта, основанными на минимизации показателя так называемых приведенных затрат, недостаток которого заключается в том, что он отражает лишь издержки – затраты действительные (стоимость продукции капитального строительства, стоимость продукции, выпускаемой проектируемыми предприятиями), и обратной связи (капитальные вложения с поправкой на коэффициент окупаемости).

Трудности измерения нематериального эффекта состоит в том, что прямой оценке поддаются только явления и факты, известные в настоящем и претерпевающие изменения в будущем. Нас интересуют ценности, возникающие в будущем. Поскольку речь идет о нематериальных благах и ценностях, нельзя проконтролировать социальные последствия проекта по значению физических, геометрических, технологических и других параметров. Необходим такой метод контроля, который позволил бы учесть ряд опосредствований, переходов от настоящего к будущему. Проектировщик рассматривает проект как условную модель будущего объекта. Эта модель представлена в виде морфологии – описания формы и материально-пространственной организации будущего объекта. В таком описании нет прямых указаний на ценности, которые получают люди, эксплуатируя его. Ценности (производственные, экономические, эстетические, утилитарно-бытовые и т. д.) лишь предполагаются в проекте. Но именно с ними связана эффективность проекта в отношении

социальных последствий его осуществления. Задача контролирования социальных последствий ставится так: определить через морфологию «настоящего» проекта будущую ценность реализованного и эксплуатируемого объекта.

Решение этой задачи даже такими приемами, как введение «весовых» коэффициентов, расчленение параметров на производственные и потребительские, установление сложных функциональных соотношений между ними и т. д., не даст желаемого результата.

Необходим коренной пересмотр теоретической базы оценки проекта. Подобно тому, как это делается в юриспруденции (по отношению к прошлым фактам), в проектировании должны быть установлены этапы обоснования и правила доказательства ценности проекта (по отношению к будущим фактам). Принципы доказывания истинности существования фактов могут быть распространены на проектирование, где конструируются новые, искусственные факты будущего (артефакты).

Основные этапы процессуальной деятельности, установленной юридически: определение возможных версий, сбор, проверка и оценка фактов и их источников по принятым версиям, обоснование достоверных выводов и прогноз. Важнейшие требования процессуального доказывания, актуальные для проектирования: положение о полноте, взаимосвязанности, всесторонности средств доказывания и условие, при котором средства доказательства оцениваются «по внутреннему убеждению».

Наиболее близка к деятельности процессуального доказывания работа органов экспертизы проекта. Разработаны основы своеобразного «процессуального кодекса» экспертизы. Наибольшие успехи достигнуты в совершенствовании системы выявления и защиты советских изобретений в процессе государственной научно-технической экспертизы.

Предложены действующие информационные системы прогнозирования, основанного на патентных данных, а также новые подходы к оценке фундаментальности проекта как научного достижения, к оценке «ранга изобретения», совмещающего показатели экономической и творческой эффективности.

Для выявления фактов в их полноте и взаимосвязанности требуются специальные средства моделирования, в частности семантические модели, разработанные М. М. Субботиным. Далее необходимо осуществить свертывание всех фактических данных и построить модель ситуации как «негативно определенной». При этом целесообразно воспользоваться конструкцией морфоаксиологического моделирования, разработанного в рамках теории проектного прогнозирования. Собственно проектная оценка начинается с момента теоретических испытаний вариантных возможностей, попыток и проб решить проблемную ситуацию.

Процесс поиска решения будет зафиксирован, если получен ряд  $D_1, D_2, \dots, D_i, \dots, D_i$ , где каждый член ряда – проектный вариант. Сами варианты рассматриваются как моменты взаимосвязанной эволюционной цепочки развития проектной концепции. Можно предположить, что вместе

с рядом решений проектировщик интуитивно формирует и шкалу для измерения ценности проекта. Формализуя этот процесс, определяем числовые значения, зависящие от количества морфностей  $M$ , которые устанавливаются по каждому  $i$ -му члену ряда.

*Морфность* определяется как разность между сложностями беспорядка и порядка, представленными в виде организованностей структуры проекта (эксплуатация, компоновка, возведение). Определить морфность – значит установить, насколько вновь организуемые жестко упорядоченные материальные факты (например, создаваемые учреждения, производственные линии) соответствуют по сложности неупорядоченным, неформально организованным с точки зрения проектировщика фактам (например, исходная схема функционирования процесса производства или социальной деятельности). Относительно социальных групп можно говорить о временной стабильности коллектива, когда наблюдается равновесие между порядком (формальной структуры) и беспорядком (неформальной структуры отношений). В процессе проектирования важно зафиксировать нарушения такого равновесия, причем это может быть сделано на основании данных, получаемых в ходе создания проектных вариантов. Отклонения от равновесия устанавливаются анализом морфологии, поэтому их числовое выражение характеризует морфность. Каждому варианту  $P_i$  должно соответствовать значение  $M_i$ . Полученный ряд значений морфностей и образует основу для построения шкалы ценности.

Если, например, получен ряд  $M_i$ , состоящий из пяти значений ( $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5$ ) (причем  $M_1$  – максимальное значение), то шкала ценности будет состоять из значений вида  $\ddot{O}_3 = \dot{I}_1 - \dot{I}_3$ , т. е. обратная по отношению к  $M_i$ . Кроме того, вводится шестой «идеальный» вариант, символизирующий стремление к совершенству. Числовое значение морфности такого варианта, т. е. отклонение от равновесия, равно нулю. Его ценность будет максимальна:  $\ddot{O}_6 = \dot{I}_1 - 0$ .

Для наглядности приведем числовой пример.

Вариант $P_i$	1	2	3	4	5	6	(идеальный)
Морфность $M_i$	100	85	67	43	12	0	
Ценность $C_i$	0	15	33	57	88	100	

Таким образом, ценность каждого варианта зависит от значений морфностей: максимально отклоненного от идеала и рассматриваемого варианта. Сами эти числа можно рассматривать как случайные. Однако поскольку количество осмысленных вариантов конечно (от 3 до 10), процесс изменчивости вариантов приобретает направленность – главный предмет оценки и обоснования. Из приведенного числового примера видно, что любой вариант характеризуется значениями  $M_i$  и  $C_i$ . Ценность определяется лишь косвенно как величина, дополняющая морфность до некоторой постоянной величины – варианта проектирования.

Инвариант  $M + Ц = const$ . При этом конкретные значения  $M$  и  $Ц$  для каждого частного статического состояния проекта изменяются, т. е. система эволюционирует в пределах контролируемой проектировщиком сферы. Динамика эволюции задается серией конструктивных попыток решить стоящую в исходной ситуации проблему.

Основная трудность заключается в необходимости учитывать и соотносить социальные и материально-технические свойства проектируемой системы. На помощь приходит трактовка проектирования как создания будущих искусственных объектов – артефактов материальных и нематериальных. Такая постановка вопроса позволяет рассматривать социальные и материально-технические явления в свете их наличной морфологии в качестве однородных, в равной мере подлежащих проектированию и реализации.

Морфологический анализ включает рассмотрение всех фактов проектируемой системы. Его задача – выявление сложностей структуры проектируемой системы. Структурные сложности определяются по типу составления структурных схем организации, социограмм, систем родства, схем ролевой структуры группы и т. д. Наиболее интересна возможность отображать с помощью таких структурных схем неформальные, не зафиксированные материальными носителями (но фиксируемые проектировщиком) отношения и связи. Кроме того, можно вплетать неформальные отношения в формальные структуры, подсчитывая отклонения от равновесия между упорядоченными и хаотическими структурами. Это сводится к тому, что проектировщик делает эскиз предполагаемого артефакта (город, здание, конструкция) и отмечает на изображении такие элементы, которые действительно включены в доказательство.

Сама задача обоснования подсказывает проектировщику, какую степень укрупнения (размельчения) элементов ему необходимо принять. Проектировщик может смешивать различные уровни обобщения фактов, например выделить элементы генплана, здания и конструктивных деталей. Действует не принцип иерархии элементов, а принцип их полноты, взаимодействия всех компонентов решения поставленной задачи. Очень важно то, что проектировщик, наряду с материальными, морфологическими, выделяет и фиксирует факты нематериальные: удобство, комфорт, компактность, сопрягаемость и т. д. Их наносят на карту в виде точек, соединенных линиями (связями) в том случае, если рассматриваемый факт по смыслу связан с другим. На полученной картограмме проекта подсчитываются связи между фактами. Количество связей и есть сложность данной системы проекта.

В методе принято суммировать количество отношений между фактами, выделенными проектировщиком, подобно тому, как подсчитываются дистанции от одного индивида до всех других при определении оптимальной структуры организации социальной группы.

Для каждого единичного состояния проекта действует критерий

равновесия между внутренними фазами (беспорядок и порядок) в разной степени организованных фактов. Однако будущая ценность проекта может быть определена на основании динамики принимаемых решений.

Таким образом, критериальные основы проектирования включают три наиболее важных аспекта: установка на выявление «нематериальных ценностей» из материальных морфологических фактов, процессуальный характер доказывания истинности проекта и постоянная, инвариантная закономерность соотношения «морфология – ценность», позволяющая программировать проектный поиск.

Все стадии развивающегося в процессе проектирования объекта характеризуются общим стремлением к ритмическому структурному соответствию, проявляющемуся в инвариантности их структур, а также на всех уровнях проектирования, и находят конкретное выражение в существующей архитектурно-строительной практике. Так, установлено, что особенности организации процесса возведения определяются характером размещения конструкций в объеме здания – соотношением объемов одноименных и разноименных видов конструкций.

В общем случае для производственных зданий в зависимости от размещения конструкции установлено шесть сочетаний, каждому из них соответствует определенный тип и разновидность строительного потока: ритмичный, с равнопеременным ритмом, разноритмичный, ритмичный с изменяющимся шагом, с равнопеременным ритмом и изменяющимся шагом.

Структурные уровни подсистем формирования проектных решений, подразделяющиеся на объемно-планировочные, конструктивные, технологию возведения, на начальных стадиях при отсутствии внешних изменяющихся воздействий могут рассматриваться как отображение ритмоструктуры функционально-технологического процесса, являющегося организующим структурным началом.

Типологические свойства компонентов функционально-технологического процесса промышленного производства: конечные (результатирующие) состояния и изменяемые параметры, свойства, признаки формируемого продукта; последовательность (порядок) формирования продукта; тип оборудования, преобразующего формируемый продукт (химический аппарат, механическое устройство и т. д.); негативные признаки процесса (отклонение от нормы интенсивности процесса, уровня надежности, контролируемых параметров); негативные признаки производственной среды (факторы, сопутствующие процессу: производственные вредности, взрыво-, пожароопасность и т. д.); условия управления процессом.

Исходными взаимно коррелирующими структурными единицами служат элементы типологии соответствующих стадий, характеризующиеся на уровнях:

- функционально-технологического решения – упорядоченной совокупностью типологических свойств;



- объемно-планировочного решения – определенным ритмическим соотношением пространственных модулей объемно-планировочного решения;
- конструктивного решения – определенными ритмическими закономерностями в распределении нагрузок;
- решения технологии строительного производства – определенными ритмическими закономерностями в распределении материалов конструкций.

Внешние воздействия, специфические для каждой стадии развития объекта, сложный характер взаимодействия между соответствующими элементами стадий вносят неизбежные рассогласования, нарушающие идеальную целостность объекта. Показателем степени согласованности объекта при условии выполнения общего требования структурного соответствия между уровнями принятия решений и ритмоструктурой производственного процесса, является коэффициент ритмичности

$$\hat{E}_3^* = \frac{N_i}{N},$$

где  $N_i$  – количество структурных единиц соответствующей подсистемы;  $N$  – количество единиц ритмоструктуры функционально-технологического решения.

Таким образом, в основе организации единой системы проектных и оценочных характеристик архитектурно-строительного объекта лежит способ пространственно-временного упорядочения данных в соответствии с инвариантом системы (ритмоструктурой функционально-технологического процесса проектируемого производства), задающей порядок отношений между отдельными элементами подсистемы (уровней принятия решений). Изложенные принципы структурной организации объекта проектирования дают возможность предложить новый подход к оценке проекта: проект тем лучше, чем выше согласованность принимаемых решений.

Основой объективной оценки результатов проектирования в строительстве служит получение качественно однородной проектной информации, когда содержащие ее проекты имеют одинаковое задание на проектирование. Однако это условие невыполнимо, поскольку у двух проектируемых объектов будут разными участки строительства.

Выделение класса проектов с однородной проектной информацией – типичная задача распознавания образов по известным признакам. Специфика строительного проектирования накладывает на нее свои особенности. Качественная однородность или неоднородность проектной информации зависит от того, по какому показателю оцениваются проекты, содержащие эту информацию. В общем случае качество проекта оценивается по ряду показателей, объективные значения которых определяются заданием на проектирование. Значительный резерв однородной проектной информации хранит в себе множество

Два проекта будем называть сопоставимыми согласно цели их сопоставления (цели исследования), если значение характеристики (исследуемой) одного из проектов можно найти, зная значение характеристики другого. Это традиционно сложившееся представление о сопоставимых проектах как об объектах, приведенных к единой цели, снимает ограничения, содержащиеся в распространенных высказываниях: «нельзя сопоставлять жилые дома с кинотеатрами; объекты, решенные в разных материалах и т. д. Таким образом, сопоставимость проектов не означает полного совпадения их качественных и тем более количественных признаков. В частности, при поиске однородной проектной информации могут использоваться проекты с неполностью совпадающими заданиями на их проектирование.

Например, требуется оценить качество проекта гаража в отношении расхода основных строительных материалов на ограждающие конструкции  $R_a^{\hat{i} \hat{d} \hat{a} \hat{e}}$ , т. е. сравнить расход материалов (известный по смете) с принятым в существующей практике строительного проектирования. Можно однозначно, принимая во внимание ряд важных в отношении расхода строительных материалов факторов, описать объект проектирования с помощью некоторой совокупности признаков:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \mathring{A} = I \left\{ \begin{array}{l} \mathring{A}_1 - \text{çí à÷áí è áí âí ò äí ë è âââí î á;} \\ \mathring{A}_2 - \text{êë è ì àò è ÷ãñê è é ðàé î í Á;} \\ \mathring{A}_3 - \text{î ãðàæ üàþ ù è áêî í ñò ðóêö è è çüàí è ÿ âû î î ë í áí û âáâò î í á;} \\ \mathring{A}_4 - \text{áí óò ðáí í ÿÿ ò âí î áðàò óðà 15^0;} \\ \mathring{A}_5 - \text{ï ë î ù àäüçüàí è ÿ;} \\ \mathring{A}_6 - \text{âû ñ ò à çüàí è ÿ;} \\ \mathring{A}_7 - \text{ñò âí áí ü î ñò âêëáí áí è ÿ} \end{array} \right.$$

90

новых и новых проектов, которые сопоставляются в исследуемом проекте гаража (рис. 1.14).

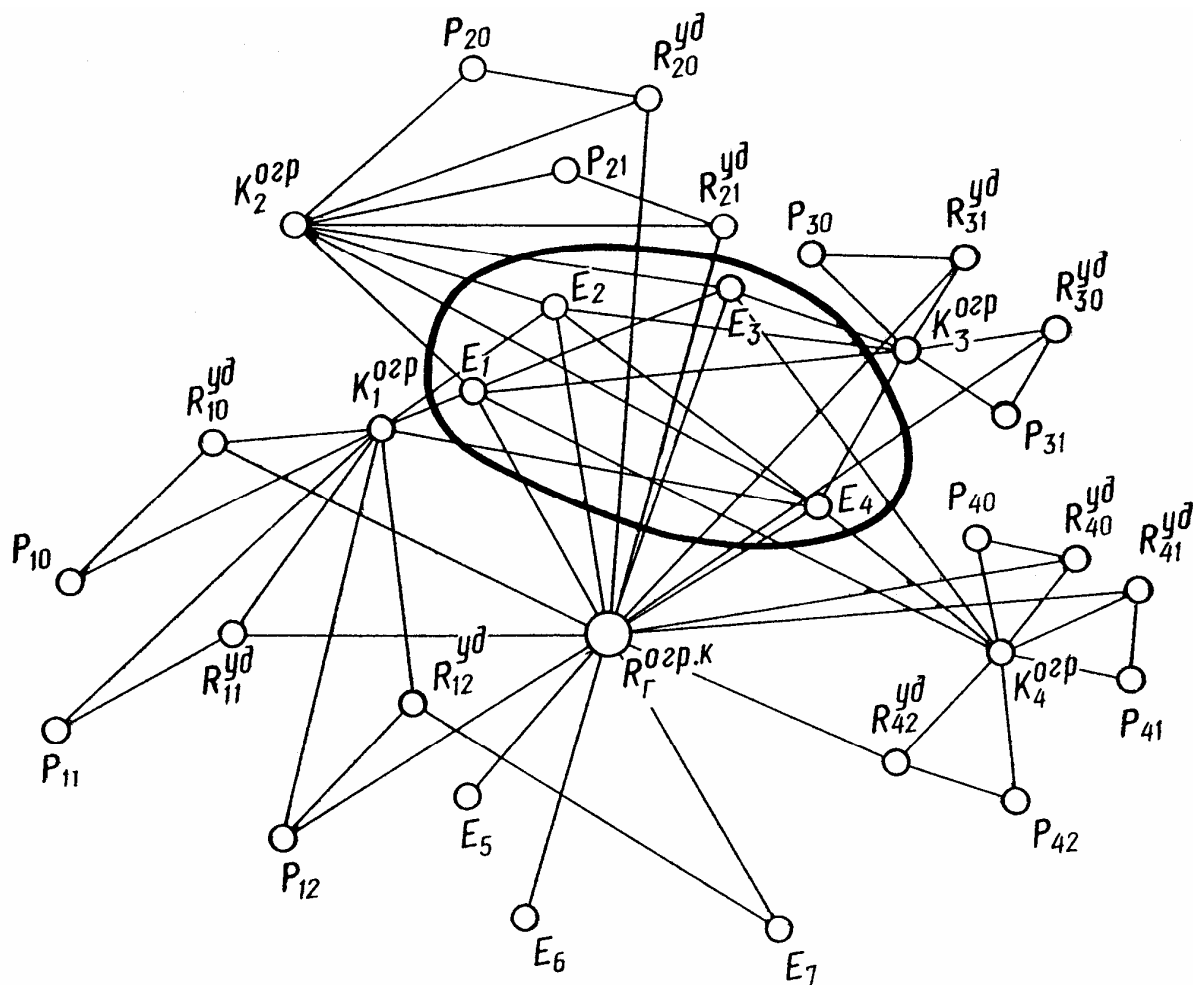


Рис. 1.14 – Фрагмент семантической модели расхода строительных материалов на ограждающие конструкции объектов капитального строительства

Условные обозначения:

$P_{10}, P_{11}, \dots, P_{41}, P_{42}$  – проекты;  $\hat{E}_1^{\hat{i}\delta\delta a}, \hat{E}_2^{\hat{i}\delta\delta a}, \hat{E}_3^{\hat{i}\delta\delta a}, \hat{E}_4^{\hat{i}\delta\delta a}$  – типы ограждающих конструкций;  $R_{10}^{\delta\delta a}, R_{11}^{\delta\delta a}, \dots, R_{41}^{\delta\delta a}, R_{42}^{\delta\delta a}$  – удельные расходы строительных материалов на ограждающие конструкции соответственно в  $P_{10}, P_{11}, \dots, P_{41}, P_{42}$  – проектах

Попавшие в плотную зону признаки  $\hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_3, \hat{A}_4$  – базовые (исходные) в процессе поиска сопоставимых проектов последовательным переходом по смежным вершинам (элементам семантической модели объекта проектирования) от базовых признаков к проектам, обладающим этими признаками (рис. 1.15).

Можно использовать и более широкую модель выявления базовых признаков, в которую включить уровень строительных материалов (элементы – бетон, керамзитобетон, шлакобетон, пенобетон, кирпич и пр.).

Поскольку в общем случае сопоставимые проекты имеют специфичные признаки, задано множество проектов. Необходимо классифицировать это множество по степени близости их к одному из этих проектов. Представим всю информацию об исследуемом наборе проектов в виде матрицы, в которой каждому проекту отводится строка, а каждому признаку (изо всех возможных для данных проектов) – столбец. Наличие данного признака у данного проекта отметим на пересечении соответствующего столбца и строки единицей, отсутствие – нулем. При этом признаки будем считать равнозначными по удельному весу, так как они одинаково необходимы для идентификации проекта. При определении сходства между двумя любыми проектами можно воспользоваться следующей мерой. Пусть проект  $D_i$  обладает  $k$ -признаками, проект  $P_j$  –  $l$ -признаками. Из них  $S$ -признаки будут общими для обоих проектов. Тогда мерой близости проектов  $D_i$  и  $P_j$  может быть число  $\sigma P_i P_j = \frac{S^2}{kl}$ , которое принимает значения между нулем и единицей: равно  $0$  при  $S = 0$ , т. е. величины  $D_i$  и  $P_j$  не имеют ни одного общего признака; равно  $1$  при  $S = k = l$ , т. е. все признаки проектов  $D_i$  и  $P_j$  совпадают.

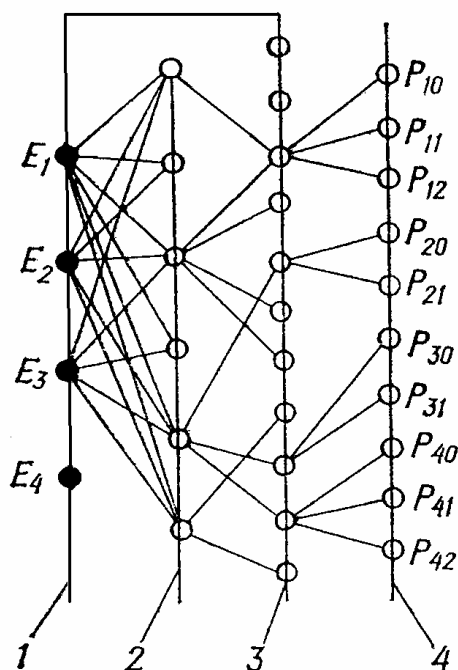


Рис. 1.15 – Схема поиска сопоставимых проектов на основе семантической модели:

- 1 – базовые признаки; 2 – строительные материалы; 3 – ограждающие конструкции;  
4 – сопоставимые проекты

Значение меры говорит о степени применения информации, содержащейся в одном проекте для исследования другого. Так, если у проектов совпадают все признаки, значит они полностью сопоставимы,

т. е. в каждом из них содержится вся информация, позволяющая исследовать интересующие элементы другого проекта. Если не все признаки совпадают, информацию можно применить к отдельным элементам другого проекта. Если ни один из признаков не совпадает, проекты несопоставимы. Вычисленные меры близости (сопоставимости) можно задать в виде новой матрицы по принципу турнирной таблицы, где на пересечении строк и столбцов указываются значения меры близости для каждой пары проектов.

При неодинаковых условиях строительства проектируемых объектов в критерий оценки вводится коэффициент, в котором значения показателей определяются как оптимальные (минимальные или максимальные). При этом не учитывается, что в целом эта оптимальная совокупность значений показателей в общем случае не может следовать из данного задания на проектирование. Поэтому такой условный эталонный проект не может быть сопоставим с оцениваемыми и, следовательно, не может выполнять функции искомого эталон-проекта.

Предлагаемый метод не исключает сопоставления проектов разного функционального назначения, что дает возможность не только расширить информационное обеспечение применяемых методов оценки качества проекта, но и учесть в проекте все лучшее, что достигнуто по любому из показателей качества проектов в практике строительного проектирования. Такой подход к сопоставимости проектов представляется перспективным для совершенствования методов оценки проектов.

### ***1.3.2. Методологические особенности проектных решений***

Применение известных методов оптимизации предполагает, что требования к переменным должны быть формализованы, однако не всегда это можно сделать. Поэтому предлагается отличать переменные, требования к которым полностью формализуемы, от переменных, где это сделать невозможно. Тогда оптимизация ведется с учетом требований по переменным первого вида с условием сохранения объективных связей между переменными обоих видов. В таком случае проектировщик обладает полной свободой выбора.

Множество переменных в проектировании составляют два подмножества – ориентированные и неориентированные переменные. К ориентированным  $Y$  следует относить те элементы проекта, требования к которым формализованы и содержат указания о предпочтительном направлении изменений или области желаемых значений, к неориентированным  $X$  – остальные. Проектировочное пространство образовано точками, координаты которых являются значениями переменных  $X$  и  $Y$ . Любому проекту (варианту, проектному предложению и т. п.) соответствует одна и только одна точка в проектировочном пространстве. Значения  $X$  и  $Y$  некоторой точки называются также  $X$  и  $Y$  – оценками этой точки и соответствующего ей проекта; они характеризуют положение точки относительно начала координат. Задаче проектирования

соответствует множество искомым точек (МИТ) – ему принадлежат только точки с учетом требований по ориентированным переменным. Проекты, принадлежащие МИТ, будем называть оптимальными.

Исходя из этих предположений, качество проекта – степень выполнения требований к его ориентированным и неориентированным переменным. Требования к последним могут быть неформальными. Оптимальные проекты имеют разное качество, так как степень выполнения требований к неориентированным переменным у них может не совпадать.

Описывая МИТ, тем самым формально задают цели проектирования, предпочтения, представления о желаемом. При этом принимается во внимание, что время и материальные средства ограничены. Поэтому следует исходить не только из желаемого, но также учитывать ограниченные возможности его достижения. Если возможности меняются в ходе проектирования, МИТ должно быть заново сформулировано и изменяться в результате получения новых данных.

Отношение  $Z$  некоторой точки к МИТ в подпространстве координат  $Y$  называется  $Z$ -оценкой этой точки или проекта, соответствующего данной точке. Таким образом,  $Z$ -оценка характеризует положение точки относительно МИТ в подпространстве ориентированных переменных и соответствует степени пригодности проекта.

Различают нормативную и порядковую оптимизацию. Если координаты  $Y$ -точек, принадлежащих МИТ, ограничены некоторыми наперед заданными значениями и  $Z$ -оценки выставляются путем сравнения с этими значениями, то происходит нормативная оптимизация. Неизвестны в данном случае только значения  $X$ -координат точек, принадлежащих МИТ. В остальных случаях наблюдается порядковая оптимизация, примером которой может служить поиск экстремума функции.

При порядковой оптимизации  $Z$ -оценка определяется сравнением  $Y$ -оценки данной точки с  $Y$ -оценкой некоторой другой точки. При нормативной оптимизации  $Z$ -оценка данной точки может быть определена сравнением ее  $X$ - и  $Y$ -оценок МИТ;  $Z$ -оценки могут быть размерными и безразмерными, нормализованными и ненормализованными.

Помимо степени близости к МИТ,  $Z$ -оценки могут нести и другую полезную информацию – более простую (принадлежит данная точка МИТ или не принадлежит) и более сложную. Использование  $Z$ -оценок только для определения близости к МИТ и степени принадлежности (непринадлежности) к МИТ позволяет органично сочетать широкий круг формальных методов с практическими приемами оценок. Оценкой проекта называется определение его  $X$ - или (и)  $Y$ -, или (и)  $Z$ -оценок. Задача проектирования заключается в том, чтобы получить оптимальный проект высокого качества.

В дальнейшем под информацией, информативностью, исходными данными и тому подобными выражениями понимаются только сведения – прямые и косвенные – о координатах МИТ, переменных  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и связях между ними. Часть таких сведений имеется до начала проектирования,

недостающие сведения получают в процессе решения этой задачи.

Для получения недостающих сведений создаются три операционных блока:  $X$ -,  $Y$ -,  $Z$ -оценок. В блоке  $X$ -оценок вырабатываются значения ориентированных переменных, в блоке  $Y$ -оценок определяется степень близости к МИТ; оценки поступают в блок  $Z$ -оценок, из него данные поступают в блоки  $X$ - и  $Y$ -оценок,  $Z$ -оценки передаются в блоки  $X$ ,  $Y$ -оценок. Между блоками  $X$ -,  $Y$ -,  $Z$ -оценок имеется блок останова, прекращающий процесс проектирования и выбирающий проект среди оптимальных вариантов, которые удовлетворяют всем формализованным требованиям. В человеко-машинных системах проектировщику необходимо подключаться к блоку  $X$ -оценок и останова, в которых он может реализовать неформализуемые и скрытые по неориентированным переменным предпочтения. Остальные блоки в принципе могут быть полностью автоматизированы.

При нормативной оптимизации  $X$ -оценки выбирают с таким расчетом, чтобы ориентированные переменные не отклонялись от заданных значений, и в этих пределах проектировщик может реализовать свои предпочтения, связанные с неориентированными переменными; при порядковой оптимизации это достигается, если  $X$ - и  $Y$ -оценки выбирают так, чтобы ориентированные переменные изменялись в предпочтительных направлениях.

Каждый блок реализует тот или иной этап решения задачи проектирования. В блоке  $Z$ -оценок все  $Y$ -оценки измеряются единым способом – по их отношению к МИТ. Результат измерения – частные  $Z$ -оценки, которые затем свертываются в итоговую  $Z$ -оценку;  $X$ -,  $Y$ -,  $Z$ -оценки понимаются как векторы. Наиболее полно функции проектирования оцениваются алгоритмами. Некоторые сведения о функциях можно получить из проектов-аналогов, а также разного рода таблиц, где указано влияние одних переменных на другие. Например, в  $S$ -таблице  $Z(Y)$  должна быть указана степень скоррелированности  $X$ - и  $Y$ -оценок; скажем, с увеличением  $Y$ -оценки улучшаются при коэффициенте ранговой корреляции между  $Y$  и  $X$ , равном 0,8. Если указанный коэффициент достаточно высок, связь называется согласованной. В монотонных функциях корреляция между переменными равна 0,1.

Метод решения задач проектирования существенно зависит от того, какие сведения известны, какие можно получить в процессе решения задачи, какие получить не удастся.

Важные сведения о переменных получают установлением шкал их измерения (отношений): нормальной, ранговой, интервальной, пропорциональной. В практике проектирования  $X$ - и  $Z$ -оценки измеряются в четырех типах шкал.  $Z$ -оценка может быть упорядочена по степени близости к МИТ даже в том случае, если она бинарная (точка принадлежит или не принадлежит МИТ): расстояние от точки до МИТ равно 0 или не равно 0 – в первом случае точка ближе к МИТ. Если  $Y$ -координаты МИТ (начало отсчета пригодности) неизвестны,  $Z$ -оценки не могут измеряться в

шкале отношений. Поэтому, сравнивая два проекта в этих условиях, нельзя определить, во сколько раз один проект лучше другого, надо знать начало отсчета степени пригодности – координаты МИТ.

В этой связи обратим внимание на следующий «парадокс». Пусть по всем показателям, кроме стоимостного, проекты  $A$  и  $B$  равноценны, а стоимость по проекту  $A$  в 2 раза больше, чем по проекту  $B$ . Из того, что  $A$  в 2 раза дороже  $B$ , не следует, что  $A$  в 2 раза хуже. В общем случае

$$\frac{Z(A)}{Z(B)} = \frac{Y(\bar{I} \bar{E} \bar{O}) - Y(A)}{Y(\bar{I} \bar{E} \bar{O}) - Y(B)} \neq \frac{Y(A)}{Y(B)} = 2,$$

где  $Y(\text{МИТ})$  – значение показателя на МИТ. «Парадокс» легко разгадывается, если заметить, что начало отсчета по  $Y$  не совпадает с началом отсчета по  $X$ : начало отсчета стоимости находится в начале координат, а начало степени пригодности – на МИТ. Аналогичная картина наблюдается и по другим показателям: отношения  $Z$ - и  $Y$ -оценок по одним и тем же проектам не совпадают. От этого нетрудно избавиться, если перенести на МИТ начало координат по  $Y$ . Указанная операция неосуществима в системе порядковой оптимизации, когда координаты МИТ неизвестны.

В системах порядковой оптимизации  $Y$ -оценки измеряются в любой шкале, кроме номинальной, в системах нормативной оптимизации – в любой. Требования к переменным предъявляют проектировщики, группа экспертов, исследователи и т. п., при этом они обязательно должны быть ясными, недвусмысленными и пригодными для формализованного описания. Проект считается оптимальным в том случае, когда удовлетворены все предъявленные требования к  $Y$ .

Оптимальным проектам соответствует в проектировочном пространстве несколько точек. Каждая задача проектирования определяется конкретным МИТ. Различным МИТ отвечают различные конкретные задачи проектирования, и наоборот. До начала решения необходимо что-нибудь знать об  $Y$ -координатах МИТ, в конце решения необходимо знать все о координатах хотя бы нескольких точек МИТ.

Начальные сведения о МИТ должны как минимум содержать алгоритм  $\bar{Z}(Z)$ , а также аналоги или  $S$ -таблицы связи  $Z(Y)$ . На основе аналогов можно указать значения МИТ в форме равенств, неравенств и другими способами.

На основе  $S$ -таблицы связей  $Z(Y)$  можно указать направление, в котором желательно менять переменные  $Y$ . Тем самым указываются направления на МИТ в проектировочном пространстве. Это тоже информация о МИТ, хотя она обычно менее полезна, чем знание самих  $Y$ -координат МИТ. Оба приема задания МИТ не исключают друг друга: указание предпочтительного направления обычно хорошо дополняет данные о координатах МИТ и наоборот.

При задании МИТ посредством аналогов алгоритм  $\bar{Z}(Z)$  устроен



таким образом, что  $\bar{Z} = Z(\dot{I} \dot{E} \dot{O})$  при условии  $Z_i = Z_i(\dot{I} \dot{E} \dot{O})$  для всех  $Z$ . При задании МИТ посредством  $S$ -таблиц связи  $Z(Y)$  интересны три случая выхода на МИТ:

- 1) достигнута область, где  $Y$ -оценки по всем координатам имеют наилучшее (экстремальное) значение;
- 2) достигнута область, где улучшение по любой координате ведет к ухудшению хотя бы одной другой координаты (множество Парето);
- 3) достигнута область, где имеет место экстремум для некоторой функции от  $Y$ -оценок.

Для того чтобы сократить время выбора, необходимо иметь информацию об отношении между оценками с точки зрения их важности. Такая информация содержится в алгоритме  $\bar{Z}(Z)$  с ранжированием оценок, еще больше информации содержится в алгоритме  $\bar{Z}(Z)$  с весами. Возможны и другие алгоритмы.

Значит, МИТ тем меньше, чем больше имеется информации о  $\bar{Z}(Z)$ .

Если задача поставлена, оценочные блоки циклически работают до тех пор, пока не будут установлены все координаты некоторых точек МИТ. В соответствии с известными кибернетическими представлениями блоки  $X$ ,  $Y$  можно рассматривать как автомат, парирующий воздействия (стимулы среды) блока  $Z$ . Блоки  $X$ ,  $Y$  и блок  $Z$  можно также рассматривать как игроков. Эти представления позволяют получить небезынтересные для практики результаты.

Исследуем в рамках указанных представлений случай, когда задача состоит только в оптимизации по ориентированным переменным, т. е. в достижении хотя бы одной точки МИТ. Примем, что все  $Z$ -оценки взаимно слабо зависимы и имеют  $k$ -градаций. Тогда число  $B$  всех возможных ходов блока  $Z$  равно  $k^m$ , где  $m$  – количество переменных  $Y$ . Обозначим число всех возможных ходов блоков  $X$ ,  $Y$  через  $N$ . Допустим далее, что ход блоков  $X$ ,  $Y$  выбирается в зависимости от хода блока  $Z$  по следующему правилу: из разнообразия  $N$  ходов отбирается каждый раз наилучший, при котором проект приближается к МИТ больше, чем при всех других. Тогда между множеством ходов блока  $Z$  и блоков  $X$ ,  $Y$  можно установить определенное соответствие: каждый ход блока парируется одним наилучшим ходом блоков  $X$ ,  $Y$ .

Возможны следующие ситуации:  $N_1 < B$ ,  $N_2 = B$ ,  $N_3 = B$ . Каждая

ситуация характеризуется величиной  $\bar{R}(N) = \frac{\sum_{i \in B} r_i}{k}$ ,  $r_i$  – приближение к МИТ после  $i$ -го хода  $Z$ -блока и наилучшего ответного хода блоков  $X$ ,  $Y$ ;  $\bar{R}(N)$  – среднее приближение к МИТ.

Пусть множество ходов  $N$  включены друг в друга, т. е.  $N_3 \supset N_2 \supset N_1$ . Всегда можно так образовать  $N_2$ , чтобы  $\bar{R}(N_2) = \bar{R}(N_3)$ ,

если на способ образования множества  $N_2$  не наложено запретов. Не существует такого способа образования  $N$ , при котором  $\bar{R}(N_2) > \bar{R}(N_3)$ ; более того,  $\bar{R}(N_1) < \bar{R}(N_2)$ , если каждый ход из  $N_2$  хотя бы один раз оказывается наиболее предпочтительным в игре блоков. В этом случае  $\bar{R}(N_1) < \bar{R}(N_2) = \bar{R}(N_3)$ . Величина  $\bar{R}(N)$  характеризует усредненный положительный эффект от работы блоков  $X, Y$  – чем она больше, тем при прочих равных условиях меньше циклов придется совершать всем блокам для достижения МИТ; следовательно, тем меньше время решения задачи, затраты на ее решение и т. п. При увеличении сверх величины  $N_2 \bar{R}(N)$   $N$  не меняется, а при уменьшении по сравнению с  $N_2 \bar{R}(N)$   $N$  снижается. Отсюда следует, что при фиксированной величине  $k$  и  $m$  рост величины  $N$  сверх  $N_2$  бесполезен для сокращения сроков проектирования, рост величины  $N_1$  может привести к сокращению сроков (поскольку увеличение  $N_1$  влечет за собой также больше времени на выбор хода в блоках  $X, Y$ , общее сокращение сроков проектирования может и не произойти). Если фиксированы  $N$  и  $m$  при первой ситуации ( $N_1 < B$ ), то можно уменьшить  $k$ , не уменьшая  $\bar{R}(N_1)$  до  $\sqrt[m]{N_1}$ . Отсюда следует, что рекомендации применения непрерывной количественной шкалы для оценок не учитывают, поскольку существуют положения, когда применять ее бесполезно. Именно так обстоит дело в последнем случае.

Если  $N \geq k^m$ , количество поисковых циклов системы блоков минимально. Уменьшить это количество невозможно, если не пополнить разнообразие ходов блоков  $X, Y$  удачными новыми элементами. Один из важных вопросов – время проектирования. При идеальной организации процесса и независимости ходов число выборов в блоках  $X, Y$  при каждом ходе составляет  $\log N$ . В том случае, когда  $k = 2$  (проект оценивается по шкале – «хорошо», «плохо»),  $\log_2 N_2 = m$ . Таким образом, число выборов равно числу ориентированных переменных, или формальных требований к проекту, поскольку время поиска примерно пропорционально  $m$ -числу циклов и числу выборов, оно примерно пропорционально  $mn$ . Необходимо иметь в виду, что выбор переменных в блоках  $X, Y$  удастся меньше всего автоматизировать, и здесь велика роль специалиста. Поэтому в автоматизированном проектировании значительная доля времени приходится именно на этот этап. Поскольку время работы зависит от величины  $m$ , сроки проектирования в основном определяются количеством требований, предъявляемых к проекту.

При оценке качества проектных решений по конечному результату возникает задача отбора наиболее существенных свойств (признаков, показателей) анализируемого объекта, формирования множества сопоставимых объектов и разбиения его на классы разной эффективности. В литературе по строительству эти вопросы недостаточно изучены, несмотря на то, что подлинно научная классификация – основа анализа

структуры сложных систем и способов их функционирования.

Дадим определение некоторым терминам, которыми будем оперировать в дальнейшем.

*Объекты* – проекты сооружений, предъявляемые для проведения процедур сопоставимости и классификации.

*Показатель* – признак, отражающий количественные и качественные свойства объекта.

*Направленность* показателя – его желаемое направление в сторону увеличения или уменьшения (например, сметная стоимость к уменьшению, надежность – к увеличению).

*Информативность* показателя  $I_q$  – безразмерная величина равная  $\frac{2\sigma_q}{q_{\max} - q_{\min}}$  и совпадающая по форме со значением коэффициента вариации, используемого в математической статистике.

*Весомость* показателя – безразмерная величина, определяющая его вклад в достижение желаемого результата. Весомость может быть определена экспертным методом, с помощью коэффициента ранговой корреляции или каким-либо другим путем.

*Описание объекта* – иерархическая упорядоченная совокупность значений показателей объекта. Методологический принцип построения иерархии показателей – системообразующая роль конечного результата.

*Выборка*  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_k, \dots, u_n\}$  – совокупность объектов, являющаяся частью генеральной совокупности  $G$ , т. е.  $U \in G$ .

*Выборочное пространство* – множество всех возможных описаний, т. е.

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_j \cdot \dots \cdot P_m,$$

где  $m$  – число степеней свободы объекта (размерность описания);  $P_j$  – совокупность значений  $j$ -го показателя ( $i = \overline{1, m}$ ).

*Мера сходства* (псевдометрика) – функция, измеряющая степень близости между объектами и обладающая: положительностью –  $\rho(u_i, u_k) \geq 0$ ; симметричностью –  $\rho(u_i, u_k) = \rho(u_k, u_i)$ ; максимальностью при сравнении объекта с самим собой –  $\rho(u_i, u_k) \geq \rho(u_k, u_i), \forall u_i, u_k \in U$ .

Два объекта *аналогичны*, если они согласуются в определенных отношениях соответствующих частей (подсистем объектов). Наиболее распространенный случай математической аналогии заключается в том, что входные и выходные параметры моделей представляют собой различные физические величины, а подобие состоит в одинаковой форме уравнений (мембранная, гидромеханическая аналогия, различного рода аналоговые машины и т. д.).

Объекты  $U_i$  и  $U_k$  считаем изоморфными, если между их показателями можно установить биоднозначное соответствие, т. е. они имеют одинаковую структуру.

Два объекта-аналога сопоставимы в узком смысле, если имеют одинаковую меру сходства с некоторым эталонным объектом. В случае, когда объекты  $u_i$  и  $u_k$  имеют меру сходства, заключенную в диапазоне  $[\rho_{\min}, \rho_{\max}]$ , считаем, что они сопоставимы в широком смысле или просто сопоставимы.

Традиционный путь поиска сопоставимых проектов заключается в отборе объектов с общим функциональным назначением. Здесь приобретает большое значение введение удобных шкал измерения показателей, получение переходных коэффициентов, учитывающих местные условия строительства, типологическую структуру объектов. Информацией для анализа служат архивные материалы проектных организаций и паспорта объектов справочных информационных фондов.

Имея выборку  $U$ , сопоставимые объекты можно упорядочить (ранжировать) следующим образом. Приведем каждый  $j$ -й показатель  $i$ -го объекта к безразмерному виду в соответствии с его направленностью, при этом достаточно ограничиться показателями на верхнем уровне иерархии потребления информации ( $S > m$ ):

$$\xi_{ij} = \begin{cases} \frac{q_{\max,j} - q_{ij}}{q_{\max,j} - q_{\min,j}}, & \text{если } i \text{ - показатель с отрицательной направленностью;} \\ \frac{q_{ij} - q_{\min,j}}{q_{\max,j} - q_{\min,j}}, & \text{если } i \text{ - показатель с положительной направленностью.} \end{cases}$$

Соотнесем каждому объекту аддитивную функцию:

$$\theta_i = \sum_{j=1}^S \vartheta_j \xi_{i,j}.$$

Теперь достаточно упорядочить объекты в соответствии с увеличением  $\theta$ , чтобы получить ранжированный в порядке эффективности ряд объектов. Если некоторые объекты сопоставимы в узком смысле, т. е. неразличимы по  $\theta$ , достаточно взять  $S_1 > S$  и произвести ранжирование по новому списку показателей.

Другой подход к процедуре формирования сопоставимых объектов заключается в использовании семантического представления объектов, отражающего степень их сходства по смыслу. Каждый объект идентифицируется как некоторая замкнутая система показателей, необходимая и достаточная для характеристики объекта, а задача поиска сопоставимых с ним объектов формируется как задача распознавания образов.

Пусть задано  $n$  некоторых объектов, характеризуемых описаниями с известными коэффициентами весовости показателей. В первом приближении  $\vartheta_j$  можно принять равным между собой. Длина реестра показателей по всем объектам равна  $m$ . Представим исходную информацию в виде прямоугольной матрицы  $\bar{A}$  размерности  $n \times m$ ,

в которой каждому объекту соответствует строка, а каждому показателю реестра – столбец. Наличие показателя у объекта отмечается на пересечении соответствующего столбца и строки единицей, отсутствие – нулем. В таком виде  $\overline{A}$  не что иное, как матрица инцидентий в теории графов.

Предположим, что описания объектов  $u_i$  и  $u_k$  состоят соответственно из  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  показателей. Введем меру сходства между объектами:

$$\rho_{\bar{n}}(u_i, u_k) = \frac{\left( \sum_{j=1}^m \vartheta_j(u_i) \vartheta_j(u_k) a_{ij} a_{kj} \right)^2}{\sum_{j=1}^m \vartheta_j(u_i) a_{ij} \cdot \sum_{j=1}^m \vartheta_j(u_k) a_{kj}}, \quad (1.5)$$

удовлетворяющую следующим требованиям: принимает значение между 0 и 1; равно 0, если сравниваемые объекты не имеют общих показателей; равна 1 в случае изоморфизма объектов.

В частном случае при одинаковых коэффициентах весомости мера сходства между объектами  $\rho_{\bar{n}}(u_i, u_k) = \frac{\gamma_3^2}{\gamma_1 \gamma_2}$ .

Выберем в качестве первой строки матрицы  $\overline{A}$  экспертируемый объект. Воспользовавшись формулой (1.5), получим квадратную симметричную матрицу  $\overline{B}$  размерности  $n \times m$  сходства между объектами. Ранжируем объекты по степени их сходства. В первом столбце  $\overline{B}$  находим в 1-й строке максимальный элемент, и соответствующий объект ставим на второе место. В  $i_1$ -м столбце снова ищем максимальный элемент, соответствующий строке  $i_2$ , объект  $u_{i_2}$  перемещаем на третье место и т. д. Описанная процедура повторяется  $n-2$  раза. Задаваясь некоторым порогом сходства  $\rho_0$ , выбираемым в зависимости от точности, можно получить множество сопоставимых объектов на семантическом уровне  $\rho_c > \rho_0$ . Изложенный прием определения сходства объектов на семантическом уровне может служить для автоматизированного вызова из банка данных объектов для проведения более содержательных процедур их сопоставимости.

Рассмотрим далее многошаговую процедуру пополнения множества сопоставимых объектов. Допустим, что известна длина реестра показателей  $m$  и для каждого из них  $q_j$  известны граничная пара  $q_{\min}, q_{\max}$  и весомость  $\vartheta_j$ . Задание граничных пар определяет коридор проектирования между двумя искусственными альтернатирующими объектами. Естественное предположить, что функция определения каждого показателя подчиняется закону Симпсона с математическим ожиданием  $\overline{q_j} = (q_{\min,j} + q_{\max,j}) / 2$  и

соответствующим коэффициентом вариации  $A_{q_j} = I_{q_j}$ .

Пусть имеем реальный объект, прошедший анализ на семантическом уровне. Введем меру сходства объекта  $u_i$  с объектом, соответствующим средним значениям показателей:

$$\rho_i = \rho_{\bar{n}} = \frac{\sum_{j=1}^m \vartheta_j (\bar{\xi}_j - \xi_{ij})^2}{\sqrt{m} \cdot \sqrt{\prod_{j=1}^m \vartheta_j}}, \quad (1.6)$$

где  $\bar{\xi}_i$  – нормированное среднее значение  $i$ -го показателя;  $\xi_{ij}$  – нормированное значение  $j$ -го показателя  $i$ -го объекта;  $\vartheta = \prod_{r=1}^m k_{rj}$  – обобщенный показатель весомости).

Составляющие этого показателя могут быть интерпретированы следующим образом (индекс  $j$  опущен):  $k_1$  – абсолютное значение коэффициента ранговой корреляции;  $k_2$  – коэффициент Стюарта, отражающий тесноту связи между естественной и ранговой шкалами измерения показателей, остальные — коэффициенты сопоставимости и могут иметь тот или иной смысл в зависимости от структуры и условий применения объектов.

Если  $\rho_i$  попадает в интервал  $[\rho_{\min}, \rho_{\max}]$  согласно определению анализируемый объект пополняет выборку, в противном случае исключается из рассмотрения. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет обеспечен необходимый объем выборки. С каждым включением реального объекта в выборку получаем искусственный объект в виде средних значений показателей. Упорядочение объектов можно произвести изложенным способом.

### **1.3.3. Оценка эффективности технических разработок на ранних стадиях проектирования**

Один из аспектов проектирования промышленных предприятий – оценка и выбор наилучшего варианта аппаратурно-технологической компоновки (АТК) заданного оборудования и объемно-планировочного решения (ОПР) зданий и сооружений. АТК объекта объединяет системы производственного назначения, внутренних и внешних коммуникаций, энергетические и др. Каждая из них влияет на эффективность ОПР объекта, но не в равной степени. Решающий фактор – промышленная система (ПС), которая определяет целевое назначение объекта и состоит из таких элементов: оборудование, аппараты, устройства и т. д. Индивидуальность промышленных систем с одинаковыми элементами проявляется в структуре, которая как единое целое обладает геометрическими и технологическими свойствами. От расположения

элементов в пространстве зависят конфигурация, площадь наружных поверхностей, концентрация строительного объема зданий.

Технологическая структура определяет рабочие состояния ПС в случае отказов ее элементов и связей. Количество рабочих состояний зависит от резервирования элементов, переключателей между однородными элементами, наличия промежуточных складов, расчленяющих систему на автономные участки (подсистемы). Инженерные решения имеют функциональную общность – предотвращать и ограничивать производственные потери из-за отказов элементов и связей в системе. Таким образом, структура промышленной системы существенно определяет технический уровень проекта и его строительных и технологических решений.

При проектировании ПС не учитывается влияние структуры системы на мощность объекта. Вместе с тем резервные элементы, переключатели, склады увеличивают стоимость строительства и удельные капиталовложения. В результате нередко из-за экономии на надежностных мероприятиях предприятия не достигают проектных технико-экономических показателей. Для обоснования целесообразности резервирования элементов строительства, складов требуется количественная оценка их влияния на производительность и ОНР объекта.

Рассмотрим решение этой задачи, если фактическую производительность предприятия за достаточно продолжительный период времени считать мерой всех закономерностей, воздействующих на производство. Чтобы из совокупности факторов, определяющих производительность, выделить структуру системы  $P_c$ , уравнение фактической производительности должно иметь вид:

$$\dot{I}_\delta = \dot{A}^* \cdot \dot{I} D_n, \quad (1.7)$$

где  $M$  – проектная мощность ПС по максимально возможным параметрам составляющих элементов, вычисляется по действующим нормам и инструкциям;  $P_c$  – вероятность одновременной работы некоторого минимума элементов как обязательного условия работы системы на проектном уровне, принимается в качестве меры надежности работы ПС;  $\dot{A}^*$  – коэффициент связи, численно характеризует внутренние и внешние закономерности, воздействующие на систему, но не учтенные параметрами  $M$  и  $P_c$ .

Способы моделирования ПС и методы оценки ее числовых параметров должны применяться единообразно для всех вариантов структуры. В частности, параметр  $P_c$  вычисляется по формулам умножения вероятностей для независимых событий, если известны соответствующие характеристики элементов, указанные в расчетной схеме.

Вероятности работы элементов в таких системах оцениваются одинаковым числовым значением:  $D_n^*$ -коэффициентом использования оборудования по времени.

Значения коэффициентов  $D_n^*$  и  $\dot{A}^*$  определяются аналитически.

Пусть имеется совокупность действующих систем, однородных по назначению и условиям производства, расчетные схемы которых характеризуются: фактической производительностью  $M_{\delta_1}, M_{\delta_2}, \dots, M_{\delta_i}$ ; проектной (элементной) производительностью  $M_1, M_2, \dots, M_i$ ; надежностью работы  $D_{\bar{n}2;0,90}; D_{\bar{n}2;0,90}; D_{\bar{n}};0,90$ . Индекс 0,90 означает, что надежности работы вычислены при  $D_e^* = 0,90$ . Допустим, система с параметрами  $M_{\delta_1}, M_{\delta_2}, \dots, M_{\bar{n}_i;0,90}$  – эталонная. Тогда из формулы (1.7) следует:

$$\dot{A}_{I;0,90}^* = \frac{\dot{I}_{\delta_1}}{\dot{I}_1 D_{\bar{n}_1;0,90}},$$

где коэффициент связи  $\dot{A}_{I;0,90}^*$  принимается для всех систем совокупности независимо от их структур и мощностей. Подставляя заданные и вычисленные значения каждой системы в формулу (1.7), получаем:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{\delta_1} = \dot{I}_{\delta_1} = \dot{A}_{I;0,90}^* \dot{I}_1 D_{\bar{n}_1;0,90}; \\ \dot{I}_{\delta_2} = \dot{I}_{\delta_2} = \dot{A}_{I;0,90}^* \dot{I}_1 D_{\bar{n}_1;0,90}; \\ \dot{I}_{\delta_i} = \dot{I}_{\delta_i} = \dot{A}_{I;0,90}^* \dot{I}_1 D_{\bar{n}_1;0,90} \end{aligned} \right\}, \quad (1.8)$$

где  $\dot{I}_{\delta_1}, \dot{I}_{\delta_2}, \dots, \dot{I}_{\delta_i}$  – расчетные производительности систем с учетом поэлементной мощности  $M$  структуры системы  $P_c$  и прочих закономерностей, оцениваемых коэффициентом связи  $\dot{A}^*$ .

Если разница между  $M_\phi$  и  $M_p$  превышает некоторый предел, то уравнения (1.8) пересчитываются при  $D \leq 0,90$ . Значения  $D_e^*$  и  $\dot{A}^*$ , при которых отклонения  $M_\phi$  и  $M$  минимальные, принимаются за нормативные и используются для оценки расчетных производительностей систем, однородных с эталонной совокупностью по назначению и условиям производства.

Изложенная методика использовалась при анализе аглоцехов горнообогатительного комбината, системы которых имели семь структурных вариантов при неизменной проектной мощности. Для каждого варианта оценок надежности работы и способа моделирования системы есть только одно числовое значение коэффициента использования оборудования и коэффициента связи, при которых расчетные и фактические производительности максимально сближаются. Расчетные производительности с учетом структуры системы значительно точнее проектных, вычисленных на основании поэлементного анализа системы (табл. 1.1).

Парный корреляционный анализ аргумента – надежности, работы и функции производительности аглоцехов, стоимости передела агломерата, фактических простоев и других – выявил тесную, почти функциональную зависимость между ними. Аналогичные данные получены при исследовании систем заводов сборных железобетонных конструкций.



Таблица 1.1

Оценка фактических и расчетных отклонений проектных значений  
от среднеполугодовой фактической производительности

Отклонение	Производительность	
	проектная $M$	расчетная $M_p$
Среднее	$\frac{+0,34}{24,1}$	$\frac{\pm 0,07...0,11}{3,94...6,28}$
Максимальное	$\frac{+0,97}{75,8}$	$\frac{\pm 0,18...0,29}{13,5...21,8}$

Примечание: Над чертой приведены отклонения абсолютные, млн. т, под чертой – относительные, %

Рационализация структуры системы по критерию надежности работы требует компактного расположения оборудования, взаимозаменяемости элементов, подсистем и т. д. Связанный с этим процесс концентрации строительного объема зданий и сооружений принято называть блокированием. Блокирование объектов нередко осложняется промежуточными складами большой емкости, приемными устройствами на разных уровнях, спецификой конвейерных связей. Строительные решения таких объектов можно улучшить за счет сокращения вместимости промежуточных складов, изменения направлений технологических потоков и расположения заданного оборудования и т. д.

Вероятный простой

$$\dot{I} = \frac{\dot{O} \cdot (1 - D_n)}{D_n}, \quad (1.9)$$

где  $P_c$  – надежность работы, всегда меньше единицы;  $1 - P_c$  – вероятность простоя за время  $T$ , равное суточному режиму работы системы. Вероятный простой – условное время простоя, если бы нежелательные изменения в элементах и связях за время  $T$  не устранялись. В действительности уход за оборудованием предотвращает некоторые отказы, т. е. часть вероятного простоя нейтрализуется деятельностью ремонтно-восстановительных служб, запасами на складах, которые дополняют надежность работы до условной единицы. Чем надежнее в работе система, тем меньше склады (при равенстве прочих условий).

Эквивалентность варианта промышленного предприятия по критерию условной единицы определяется в следующем порядке: система действующего предприятия моделируется в виде расчетной схемы с указанием вместимости и месторасположения промежуточного склада; оценивается надежность работы и вероятный простой части системы, за которой расположен склад; определяется единичная вместимость склада  $H$ , приведенная к единице фактической производительности и часу вероятного простоя системы.

Вместимость склада в системе, аналогичной по назначению эталона, но отличающейся структурой и производительностью  $\dot{A}_I = \dot{I}_y \dot{I}_{\partial_I} \dot{I}_I$ , где  $\dot{I}_{\partial_I}$  – расчетная производительность проектируемой системы;  $\dot{I}_I$  – вероятный простой этой же системы.

Условная единица устойчивой работы может быть обеспечена многими проектными вариантами, отличающимися надежностью работы системы, вместимостью склада, а также концентрацией строительных объемов зданий, которая при равных площадях и объемах оценивается коэффициентом блокирования:

по площади  $k_1 = F_i / F$ ;

по объему  $k_2 = F_i / Y$ .

При различных площадях и объемах рекомендуется геометрический показатель

$$\dot{A}_I = \frac{\dot{A}_I F_{i_1}}{3 F_i} \cdot \left( 1 + \frac{k_1}{k_{1_1}} + \frac{k_2}{k_{2_1}} \right). \quad (1.10)$$

В формулах (1.9)-(1.10)  $F$  – площадь проекции здания в пределах осевого периметра, м<sup>2</sup>;  $Y$  – строительный объем, м<sup>3</sup>;  $F_n$  – площадь наружных поверхностей по периметру, м<sup>2</sup>. В формуле (1.10) показатели без индекса – показатели эталонного, исходного варианта, для которого  $B=I$ ; с индексом – показатели варианта, эффективность которого сравнивается с эталоном. Если вместо показателя  $B$  в формулу (1.10) подставить стоимость или трудоемкость строительно-монтажных работ эталонного объекта, то можно определить соответствующую характеристику варианта (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Анализ точности оценок проектных решений выполнения строительно-монтажных работ (СМР)

Дробильно-обогастительные комплексы горно-обогастительных комбинатов Кривбасса	Стоимость СМР, млн. грн.			Отклонения стоимости СМР от фактической, %	
	фактическая	по формуле (1.36)	на 1 м <sup>3</sup> строительно-го объема	по формуле (1.36)	на 1 м <sup>3</sup> строительно-го объема
ЮГОК-1	13,87	12,05	10,80	13,0	22,3
НКГОК (эталон)	15,75	15,75	15,75	0,0	0,0
ЮГОК-2	17,92	16,80	14,60	7,0	14,6
ЦГОК-1	28,30	28,3	29,80	0,0	6,3
ИнГОК-1	24,00	23,50	24,24	2,0	1,0

Примечание: Большие отклонения стоимости СМР по ЮГОК-1 объясняются его конструктивной несопоставимостью с эталоном и другими ГОКаами

Построение из заданных элементов надежной в работе системы и концентрация строительного объема зданий, в которых она располагается, – взаимосвязанные процессы. При равенстве прочих условий лучшим будет проектное решение с максимальной надежностью и минимальным сводным геометрическим показателем. Изложенный метод оказался эффективным при разработке и оценке вариантов строительства и реконструкции объектов горно-обогатительных комбинатов, заводов сборного железобетона.

Таким образом, производительность и объемно-планировочное решение предприятия зависят не только от параметров элементов, но и от структуры ПС. Оценка технического уровня проектов промышленных предприятий, особенно с жесткой аппаратурно-технологической компоновкой, недостаточны, если не учитывается фактор структуры ПС.

Крупные промышленные предприятия целесообразно проектировать на основе совместного использования принципов надежной работы и блокирования объектов. Эти вопросы должны более полно учитываться при разработке отраслевых методических пособий по проектированию конкретных производственных зданий и сооружений.

#### ***1.3.4. Методы оценки эффективности перспективного развития конструктивных решений зданий и сооружений***

При оценке эффективности перспективного развития конструктивных решений зданий и сооружений пользуются основными понятиями – свойствами.

*Свойство объекта* – черта, характеристика объекта, проявляющаяся при его строительстве или эксплуатации, например высота одного из помещений объекта, эстетичность его интерьера, сметная стоимость 1 м здания, стоимость участка земли, отводимого под застройку объекта и т. д.

*Сложное свойство объекта* может быть подразделено на два или более менее сложных; так, свойство объем помещения может быть подразделено на два простых – площадь и высота помещения, которые нельзя подразделить на менее сложные.

*Функциональность объекта* определяется совокупностью свойств, характеризующих основное назначение объекта, его утилитарную сторону, функцию, т. е. то, для чего объект построен (например, функциональность склада характеризуется надежностью, удобством и объемом хранения; жилого дома – удобством проживания в нем и его надежностью).

*Эстетичность объекта* – совокупность свойств, характеризующих внешнюю привлекательность объекта (с учетом интерьера и экстерьера), а также его сочетаемость в эстетическом отношении с окружающей средой.

*Экономичность объекта* – свойство, совокупность свойств, характеризующих затраты на его строительство и эксплуатацию за расчетный срок службы (с учетом стоимости земельного участка, отводимого под застройку).

*Качество объекта* определяется совокупностью его функциональных и эстетических свойств.

*Интегральное качество объекта* определяется совокупностью его качества и экономичности.

*Эквисатисные свойства* – эквивалентные по своему влиянию на удовлетворение какой-либо потребности, свойства. Например, в отношении уменьшения затрат на определенный объект, свойство «экономичность объекта» эквисатисно (эквивалентно по степени удовлетворения потребности в экономии) совокупности из двух свойств: «экономичность в строительстве объекта» и «экономичность в эксплуатации его».

*Группа свойств* — совокупность менее сложных, на которые подразделяется эквисатисное им сложное свойство. Например, сложное свойство «эстетичность объекта» подразделяется на эквисатисную группу менее сложных: «внешняя привлекательность», т. е. эстетичность собственно объекта и «эстетическая сочетаемость с окружающей средой».

*Квазипростое свойство* – свойство, которое можно подразделить на группу менее сложных эквисатисных свойств, но которое не нужно подвергать такому делению, так как известна количественная зависимость между сложными и эквисатисными с ними менее сложными свойствами. Например, сложное свойство «экономичность объекта» можно подразделить на группу менее сложных и эквисатисных с ним свойств: «экономичность объекта в строительстве» и «экономичность в эксплуатации». Однако делать этого не следует, так как по формуле приведенных затрат можно аналитически определить экономичность объекта.

Иногда оценку проекта необходимо использовать не только для аттестации качества объекта, но и для других целей, допустим, для поощрения проектировщика. В большинстве проектных организаций проектирование более или менее сложных объектов ведется по частям, рабочие чертежи проекта таких объектов подразделяются на разделы АС, ВК, ОВ, ЭО и т. д. В случаях, когда необходимо знать не только общую оценку интегрального качества проекта, но и вклад в достижение этой оценки проектировщиков разных специальностей, целесообразно строить дерево свойств (рис. 1.16).

Если факторы времени и трудоемкости лимитирующие, и, кроме того, допустимо некоторое понижение точности оценки, то используют упрощенную методику, позволяющую получать оценку качества проекта в приемлемые сроки (2...3 дня) и с приемлемой трудоемкостью (до 20 чел.-дней). При этом экономия времени и трудоемкости по сравнению с обычной (не упрощенной) методикой может быть 10- и 30-кратной, что достигается применением неполного дерева, в котором большинство сложных свойств не разветвлено. Такое неполное дерево имеет 5...10 уровней и содержит от нескольких десятков до нескольких сотен свойств (в основном сложных и квазипростых). Степень разветвленности

дерева – количество рассматриваемых в нем уровней – определяется конкретной ситуацией оценки и тем временем, которым располагают для получения оценки качества.

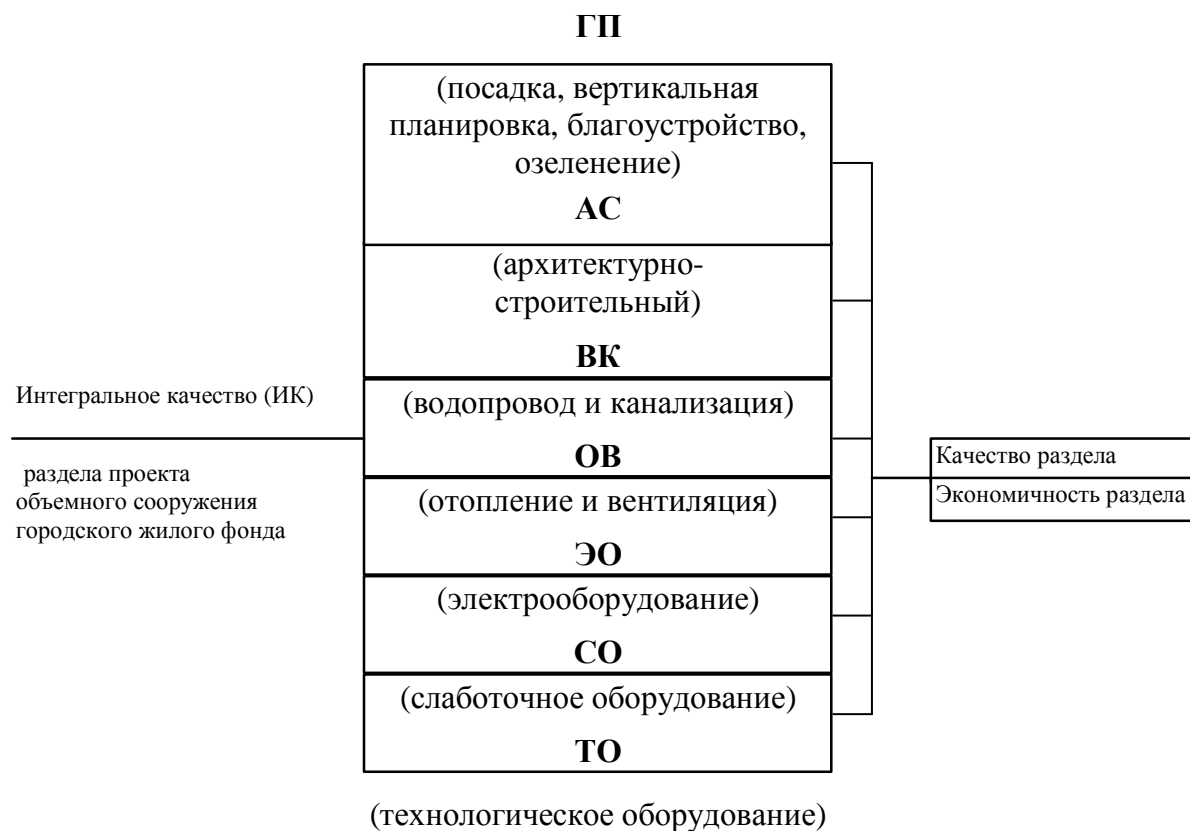


Рис. 1.16 – Построение дерева свойств с учетом наличия специализированных чертежей АС, ВК, ОВ и т. д.

Рассмотренные положения касались ситуации, когда необходимо дать упрощенную количественную оценку качества проекта объекта, по которому имеется необходимая информация для определения численных оценок всех его свойств, что характерно для проектов, детализированных до рабочих чертежей.

Встречаются ситуации, когда необходимо оценить несколько вариантов проектов, детализированных до уровня технического проекта, или предпроектных эскизных проработок, но для некоторых свойств по каждому из сравниваемых вариантов трудно (иногда невозможно) получить точные численные оценки отдельных свойств. Например, проектировщик при предпроектном эскизном проектировании в первом приближении разработал несколько вариантов объемно-композиционного решения объекта и хочет оценить интегральное качество их с целью определения лучшего для дальнейшей более детальной проработки. На предварительном этапе проектирования практически невозможно получить достаточно обоснованные данные по точному значению некоторых показателей, например по экономичности объекта в строительстве, так как для подсчета сметной стоимости необходим хотя бы технический проект,

т. е. большая степень детализации, чем на стадии предварительного эскизного проектирования. В подобном случае сметную стоимость допустимо определить упрощенным методом, умножив объем объекта на стоимость его кубометра (определенную по данным проектов-аналогов), и в дереве вместо свойства «экономичность объекта в строительстве» следует располагать свойство «приблизительная сметная стоимость».

Аналогично поступают и при наличии рабочих чертежей, когда количественные оценки свойств принципиально могут быть вычислены, но это связано с проведением предварительных трудоемких исследований. Например, вместо более точного (но более трудоемкого) определения естественной освещенности помещения с помощью графиков, приведенных в СНиП II-4-79 «Естественное освещение», можно воспользоваться более простым, так называемым «геометрическим» методом, базирующимся только на сопоставлении площадей светопроемов и пола помещения. Тогда в дереве простое свойство «коэффициент естественной освещенности» будет заменено свойством «отношение площади светопроема к площади пола».

В некоторых ситуациях оценка качества проекта нужна не для аттестации проекта или стимулирования труда проектировщиков, а для ранжировки (расположения в упорядоченном ряду) по оценкам качества вариантов проекта, выполненных в виде эскизных черновых проработок, технического проекта или рабочих чертежей, для выбора наилучшего варианта. При этом нередки ситуации, когда нет необходимости знать, насколько каждый из проранжированных вариантов лучше любого другого, а нужно знать порядок расположения вариантов в ранжированном ряду. В этих случаях из дерева исключаются все те свойства, которые в одинаковой степени выражены в сравниваемых вариантах. Точность и достоверность оценок качества (используемых в управлении качеством, его аттестации, при планировании качества и т. п.) существенным образом зависят от правильности построения, дерева.

### ***1.3.5. Типизация и оптимизация проектных решений***

В отечественной и зарубежной теории и практике последних лет выделяются два основных направления типизации, когда в качестве первичных объектов типизации принимаются здания и индустриальные детали. Первое направление условно называется закрытой системой типизации, так как разрабатываются замкнутые комплекты (серии) типовых проектов отдельных зданий или их секций с одним или несколькими вариантами конструктивных решений. Достоинство ее – сравнительно небольшая номенклатура железобетонных изделий в каждой из серий, позволяющая организовать комплексный выпуск элементов зданий на ДСК и ЖБК. Однако этому направлению присущи недостатки, вызванные отсутствием взаимозаменяемых конструкций в различных сериях, типизация которых носит обособленный характер. Второе направление – открытая система типизации, базируется на

унифицированном сортаменте индустриальных изделий, не привязанных к конкретным типам зданий или сериям, проводится с учетом модульной системы, унификации объемно-планировочных и расчетных параметров конструктивных решений. Создан общесоюзный и зональный каталоги строительных изделий, используемых на стадии разработки типовых проектов зданий и сооружений.

Разновидность первого и второго направлений – применяемый в жилищном строительстве метод типизации, при котором в качестве первичных выступают блок-секции, проектируемые на основании унифицированного сортамента изделий. Метод значительно расширяет градостроительные возможности застройки. Проекты домов при этом komponуются из типовых блок-секций, разработанных до стадии рабочих чертежей, с учетом градостроительных условий.

Типизация за рубежом развивается по этим двум основным направлениям. В ГДР наряду с этим разработана «Единая система строительства», предназначенная для крупносерийного производства. Она базируется на типизации и стандартизации строительных элементов, узлов, целых систем зданий и технологии их возведения. В ПНР в жилищном строительстве используется система открытой типизации W-80, позволяющая проектировать здания крупноблочные и панельные из модулированных универсальных элементов. Применяется открытая система типизации, основанная на унификации габаритных схем конструктивных систем (включая варианты их компоновки) и каталоге изделий.

Перед разработкой типовых решений необходимо обеспечить эффективность формирования и количественно оценить качество предлагаемых типовых вариантов, что может быть осуществлено с использованием ЭВМ. Основной принцип построения методики типизации объемно-планировочных решений заключается в том, что варианты плана, например, производственного здания, формируются и оцениваются по ряду критериев с соблюдением строительных, технологических, санитарных, противопожарных и других ограничений.

Процесс формирования плана одноэтажного производственного здания с обеспечением оптимальной типизации можно представить как множество вариантов перестановок отдельных элементов (в нашем случае – цехов или помещений) по отношению друг к другу в соответствии с определенными правилами проектирования. Эти правила выражаются в виде критериев оптимальности или функций цели; наиболее распространенные из них: связевая; совместимость элементов по среде или технологическое зонирование; компактность; мобильность; плотность и направленность людских потоков.

При решении задач со многими функциями цели удовлетворение одной происходит за счет остальных, т. е. находят компромиссное решение. Поэтому необходима общая мера эффективности, которую можно найти после определения оптимальности решения в пределах

каждой функции цели; соизмерения всех функций цели в едином показателе; определения весового значения (значимости) рассматриваемой функции цели.

Для поиска оптимальности вариантов проектного решения в пределах функций создают для каждой функции цели так называемый эталон или норму. Эталон (типовое решение) формируется по критерию оптимальности данной функции цели, без учета других, но с обязательным выполнением всех ограничений. Такое условие позволяет создать вариант (типовое решение), лучший по данному показателю, и сравнивать с ним все последующие. В частном случае показатели вариантов компоновок могут быть равными типовым, но никогда не могут быть лучше их. В то же время типовой проект не догма, для каждого объекта и для каждой функции цели формируется свой эталон.

Вторая задача решается приведением показателей к безразмерным единицам, что позволяет определять относительную степень отклонения от эталона.

Определение весового значения каждого критерия в обобщенном показателе оптимальности планировочного решения производственного здания – сложная задача, так как ее невозможно решить только математическими приемами. Для этого можно воспользоваться методом приведения к денежным единицам и анализа существующих проектных решений. Однако многие функции не поддаются приведению к денежным единицам (технологическое зонирование, движение людских потоков др.) и по приведенным затратам невозможно найти такое число объектов-аналогов, которое требует статистической отработки, кроме того, большая часть из них устарела. В методике для определения весовых значений целевых функций используется метод экспертных оценок — опрос специалистов высокой квалификации проектных и научно-исследовательских организаций, которые распределяют заданные критерии по отношению друг к другу в шкале значений. Для опроса разработана анкета.

Пределы весовых значений критериев в 80 % случаев не превышают 20 % среднего значения рассматриваемого критерия. В зависимости от условий проектировщик может перераспределить количественные значения коэффициентов, задав заведомо большие весовые значения определяющим для данной задачи критериям. При методе настройки на определенное лицо (группу) проектировщик выбирает один или несколько вариантов, которые ему кажутся наиболее удачными, по ним подсчитывают значения критериев, и следующие варианты создают в этом диапазоне значений.



## АНКЕТА

определения весового значения отдельных критериев в обобщенном показателе оптимальности объемно-планировочного решения производственного здания

№ п/п	Наименование критерия	Условное обозначение	Весовое значение
1.	Функционально-технологическая связь	$F_{с.в.}$	25,0
2.	Зонирование	$F_{с.м}$	19,0
3.	Компактность	$F_k$	21,0
4.	Движение людских потоков	$F_{лп}$	15,0
5.	Мобильность	$F_m$	20,0
			$\Sigma = 100$

Фамилия \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Специальность \_\_\_\_\_

Стаж работы \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

В общем виде процесс формирования и выбора оптимального варианта объемно-планировочного решения при типизации и стандартизации делится на непосредственное формирование проектных решений, их оценку и выбор наилучшего варианта. В результате поиска формируются варианты проектных решений, характеризующиеся конкретными значениями критериев, которые отражают формализованные закономерности формообразования объектов типизации и стандартизации, в данном случае – объемно-планировочных решений. Эти варианты необходимо сравнить, т. е. оценить качество их решения. Самый простой вид сравнения – сопоставление значений соответствующего критерия по вариантам и выбор варианта с лучшими значениями. В этом случае оценка производится при сравнении натуральных значений соответствующих критериев ( $F_i - F_{i+1}$ ). Дается информация лишь о некотором статическом состоянии варианта проектного решения, которая ничего не говорит ни о возможности улучшения варианта, ни о мере приближения его к оптимальному. При наличии нескольких критериев оптимальности такая оценка не может быть применена.

Второй вид оценки возможен при наличии некоторых эталонных значений для каждого критерия, отражающих относительно лучшее значение этих критериев, которые изысканы как нормативные или определены проектировщиками из лучших аналогов проектных решений. В этом случае оценка ведется по абсолютному отклонению от установленных значений эталонов ( $F_3^i - F_3$ ).

Такой вид оценок может быть, при экстремальной задаче, с одним критерием оптимальности. При наличии нескольких критериев этот вид оценки нецелесообразен, поскольку, во-первых, результаты оценки будут представлены в виде абсолютных отклонений значений в натуральных единицах, а следовательно, будет отсутствовать единый качественный показатель; во-вторых, неизбежна разномасштабность в порядках значений отдельных критериев от варианта к варианту.

Оценка по степени относительного отклонения от эталонного значения каждого критерия  $\Delta_i = \frac{|F_i - F_i^i|}{F_i^i}$ . Значение характеризуется

относительной степенью отклонения критерия  $F_i$  от соответствующего  $F_i^i$ . Такой вид оценки наиболее эффективен по следующим соображениям. Во-первых, так как  $\Delta_i$  – безразмерная величина, устраняются трудности, возникающие при наличии различных единиц измерения критериев. Во-вторых, абсолютное значение разности в числителе дает возможность одновременно учесть требования минимума и максимума различных критериев оптимальности. В-третьих, представление степени отклонения значения критерия от соответствующего ему эталонного в виде частного с самого начала устраняет расхождение, которое может появиться в связи с различием в порядках значений критериев оптимальности.

Проектировщик на самой начальной стадии проектирования сравнивает варианты и выбирает лучший из них, причем эталонами для сравнения ему служат нормативные значения, проекты-аналоги и т. д. (однако не всегда есть такие эталоны, и сравнение конкретных вариантов с имеющимися не всегда правомерно). При типизации эталонные значения необходимо максимально приблизить к конкретным условиям; они должны изменяться в зависимости от исходных данных (места строительства, конкретных требований, условий, ограничений строительного и функционального характера, а также основных характеристик заданного объекта проектирования). Поэтому в автоматизированном процессе формирования проектных решений для осуществления типизации при каждом новом задании на проектирование определяют эталонные значения критериев оптимальности  $F_i^i$ , привязывая их к заданным требованиям и условиям.

Алгоритм автоматизированного процесса формирования и выбора оптимального варианта объемно-планировочного и архитектурно-конструктивного решения при осуществлении типизации разбит на три контура, каждый из которых выполняет свои функции (рис. 1.17): первый – определение экстремальных значений критериев оптимальности; второй – установление границ оптимальности; третий – оптимизация и выбор оптимального варианта для осуществления типизации.

С помощью первого контура в алгоритме вырабатывают эталонные, экстремальные значения, критериев оптимальности для данного объекта

проектирования, а также конкретных условий и ограничений. Исходные данные контура – формализованные критерии оптимальности объемно-планировочного решения и ограничения. В первом контуре производится последовательный поиск компоновок проектных критериев (целевых функций), по которым формируется проектное решение, при условиях допустимости – ограничениях  $r_1 \leq l_{ij} \leq r_2$ .

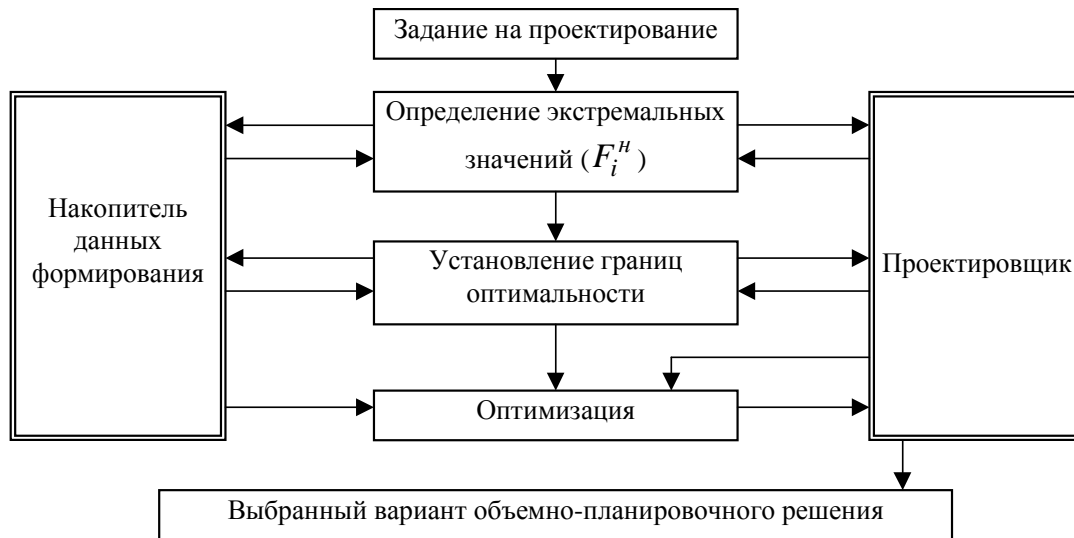


Рис. 1.17 – Блок-схема оптимизации вариантов объемно-планировочных решений

Связевая функция

$$F_{\vec{n}\vec{a}}^i = \left\{ \sum_{i=1}^{\vec{i}} \sum_{j=i+1}^{\vec{i}+\vec{\delta}+\xi} W_{ij} l_{ij} \rightarrow \min \right\}, \quad (1.11)$$

где  $n, m$  – количество размещаемых и фиксированных элементов;  $\xi$  – количество входов;

$$l_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|.$$

Функция совместимости элементов размещения

$$F_{\vec{n}\vec{a}}^i = \left\{ \sum_{i=1}^{\vec{i}} \sum_{j=i+1}^{\vec{i}+\vec{\delta}} f(\alpha_{ij}) \rightarrow \max \right\}, \quad (1.12)$$

где

$$f(\alpha_{ij}) = \begin{cases} \alpha_{ij}, & \text{если } D_{ij} > 1; \\ 0, & \text{если } D_{ij} < 1 \end{cases} \quad (1.13)$$

Функция мобильности

$$F_i^i = \left\{ \sum_{i=1}^{\vec{i}} \sum_{j=i+1}^{\vec{i}+\vec{\delta}} f(\beta_{ij}) \rightarrow \max \right\}, \quad (1.14)$$

где

$$f(\beta_{ij}) = \begin{cases} \beta_{ij}, & \text{если } D_{ij} \geq 1; \\ 0, & \text{если } D_{ij} < 1 \end{cases}. \quad (1.15)$$

Функция компактности

$$F_e^i = \{S_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}} \rightarrow \min\}. \quad (1.16)$$

Функция людских потоков

$$F_{\dot{e}\dot{i}}^i = \left\{ \sum_{i+1}^{i+\dot{d}} t_i l_{ij}^i \rightarrow \min \right\}, \quad (1.17)$$

где  $t_i$  – количество людей в  $i$ -м элементе;  $l_{ij}^i$  – расстояние от центра типизируемого элемента до ближайшего входа (аналога).

Неравенства (ограничения)  $r_1 \leq l_{ij} \leq r_2$  – условия допустимости, которые определяют такие требования проектируемого объекта, выполнение которых обязательно в любом варианте объемно-планировочного решения. Необходимо, например, выдерживать в компоновке требования технологического характера: размещать некоторые элементы согласно требованиям зонирования в определенных районах компоновки; выдерживать ограничения на протяженность некоторых технологических связей и т. д. Результат работы этого контура – некоторое количество компоновок в виде координат геометрических центров размещенных технологических элементов, каждая из которых характеризуется экстремальными значениями соответствующих критериев оптимальности  $F_i^i$  при реальных условиях в конкретных ограничениях, посягающих и хранящихся в блоке «Накопитель данных формирования» (рис. 1.17).

Задача второго контура – определение диапазонов изменения критериев оптимальности в допустимых вариантах объемно-планировочных решений для данных условий и ограничений. Входная информация данного контура – варианты объемно-планировочного решения, каждый из которых характеризуется одним или несколькими экстремальными значениями  $F_i^i$  и соответствующими  $F_i$ . При определении степени относительного отклонения от соответствующих проектировщик классифицирует полученные компоновки, подразделяя их на удовлетворительные варианты – первый класс (с допустимым объемно-планировочным решением) и неудовлетворительные – второй. Эта процедура очень важна, так как, зная значения критериев по вариантам и классифицируя их проектировщик тем самым показывает свое отношение к проектируемому объекту, оценивая вариант в целом. В вариантах первого класса значения отдельных критериев могут существенно отклоняться от соответствующих  $F_i^i$ , в вариантах второго класса некоторые значения критериев могут быть экстремальными. Таким образом, в процессе типизации при анализе вариантов в классах выявляются диапазоны изменений тех или иных критериев, их роль в формировании вариантов объемно-планировочных решений для конкретных условий и ограничений.

В результате работы второго контура в накопитель данных формирования поступают характеристики оптимальных границ изменения  $\Delta_j$  для каждого критерия, необходимые для формирования компрессионно-оптимального варианта объемно-планировочного решения.

Функционирование третьего контура начинается после заполнения блока «Накопитель данных формирования» первым и вторым контуром, и оптимизация ведется по общему совокупному критерию оптимальности при  $0 \leq \Delta_j \leq \Delta_{ij}$

$$\Delta_{ij} = \sum_{i=1}^n k_i \Delta_i; \sum_{i=1}^n k_i = 1, \quad (1.18)$$

где  $k_i$  – весовое значение  $i$ -й функции;  $n$  – количество критериев оптимальности.

Таким образом, формирование в этом контуре ведется в рамках выявленных границ значений  $\Delta_j$  и варианты оцениваются по степени отклонения критериев от своих экстремальных значений. Оптимальный вариант характеризуется максимальным выполнением совокупного критерия оптимальности, который отвечает заданным требованиям и условиям.

В работе всех контуров автоматизированного процесса предусмотрена выдача данных формирования проектировщику при типизации. Это необходимо, так как при анализе объекта проектирования, типизации и формировании модели объемно-планировочного решения отобраны и формализованы существенные закономерности формообразования типизации проектных решений объектов капитального строительства. Факторы, не поддающиеся формализации, учитываются проектировщиком при проектировании вариантов решения для типизации.

Таким образом, в результате работы третьего контура выдается заданное число лучших (с наименьшими значениями  $\Delta$ ) вариантов объемно-планировочного и архитектурно-конструктивного решений в виде координат размещаемых элементов, значений критериев оптимальности и соответствующих им значений  $\Delta_j$ , из которой выбирается окончательный вариант объемно-планировочного решения для типизации, т. е. принятия его в качестве типового.

Задача выбора проектировщиками окончательного варианта упростится при наличии дополнительных технико-экономических показателей, например стоимости строительной части, определяемой по укрупненным сметным нормам, или по стоимости 1 м<sup>2</sup> застройки и т. д.

Основная особенность автоматизированного процесса типизации – постепенное накапливание необходимых данных формирования вследствие поэтапной работы первого и второго контуров, а также возможность уточнения этих данных, т. е. возврат с третьего и со второго контуров на первый. Такое построение алгоритма дает возможность его поконтурного использования.

Первый контур может найти применение в практической работе проектировщика при решении задач типизации для определения нормативных (экстремальных) значений критериев оптимальности в процессе типизации, которые необходимы для сопоставления с конкретными значениями и для получения данных о возможностях улучшения того или иного показателя.

Второй контур алгоритма может быть использован для получения данных о характере влияния того или иного критерия на объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения при конкретных условиях и ограничениях, а наличие границ изменяемости дает возможность проектировщику знать, что конкретно необходимо улучшить в проектном решении при использовании его в качестве типового.

Третий контур может применяться отдельно при наличии у проектировщиков дополнительных сведений о необходимости безусловного выполнения того или иного критерия. В этом случае алгоритм третьего контура будет производить формирование и оценку вариантов в пределах тех критериев, выполнение которых обязательно.

#### ***1.3.6. Оценка качества организационно-технологических решений***

На стадии реализации проекта управление строительством осуществляется через параметры его организации, поэтому при поиске оптимального управления запроектированные решения перерабатываются коренным образом. В этих условиях проектные решения по организации строительства должны содержать не конкретный план действия, а оценку ситуации на перспективу. Однако практика проектирования организации строительства предусматривает разработку единственного, предпочтительно оптимизированного по некоторому критерию решения. В рекомендациях НИИ сделана попытка увязать некоторые показатели, характеризующие проект организации строительства, в единый интегральный критерий, используемый авторами.

Установление жестких рамок для параметров организации строительства при неопределенности информации о ресурсах (что сказывается на достоверности расчета интенсивности и продолжительности отдельных видов работ) заранее лишает возможности использовать результаты разработки проекта организации строительства промышленного предприятия при годовом планировании. Поэтому оценку генерируемых вариантов проектных решений предполагается строить на основе принадлежности данного варианта некоторому множеству эффективных решений. Разрабатываемый подход к оценке качества проектных решений по организации строительства, в отличие от общепринятого, заключается не в выборе оптимального по отношению ко всем рассматриваемым решениям, а в установлении принадлежности значений показателей организации строительства некоторым интервалам изменения их численного значения.

В соответствии с принятым в настоящее время подходом показатели, характеризующие уровень проектируемой организации строительства, можно разделить на конечные и промежуточные. Конечные (продолжительность строительства, омертвление капиталовложений, уровень потребления ресурсов, приведенные затраты) отражают цели проектирования. Промежуточные (простои, совмещенность, непрерывность, ритмичность, равномерность) характеризуют результаты отдельных этапов проектирования и обязательно коррелируют с конечными показателями, влияя таким образом на цели проектирования. Взаимосвязь конечных и промежуточных показателей отражается на календарном графике. Поэтому, приняв за основу многократное моделирование вариантов календарного графика, можно проследить связь между этими показателями и произвести оценку степени достижения целей проектирования по значениям промежуточных.

Сформулируем ряд задач последовательного построения системы комплексной оценки.

1. Пусть  $p$  – набор значений промежуточных показателей,  $k$  – конечных, характеризующих вариант проектного решения. Определим множества значений показателей  $p$  и  $k$  так, что  $p \in P$ ,  $k \in K$ . Образует упорядоченные пары  $(p, k)$ , тогда отношение  $R: (p, k)$  определит множество упорядоченных пар всех вариантов проектных решений.

2. Найдем  $T \subset R$ , для которого справедливо (при минимальной направленности показателя  $k$ )  $T = \{(p, k) : k < k_l\}$ . Назовем  $T$  множеством допустимых решений.

3. Определим  $L \subset T$  со свойством  $L = \{P : (p, k) \in T\}$  и найдем: верхнюю  $\sup L$  и нижнюю  $\inf L$  границы множества  $L$ . Следует, что  $(p, k) \in T \Rightarrow p \in L$ .

4. Рассмотрим обратное утверждение  $p \in L \Rightarrow (p, k) \in S$ . Ясно, что  $T \subset S$  строго несправедливо. Можно говорить лишь о том, что  $p \in L \Rightarrow p \in L \Rightarrow P_r[(p, k) \in T] \Rightarrow \alpha$  или  $p \in L \Rightarrow P_r(k < k_l) \Rightarrow \alpha$ .

Задача заключается в оценке  $\alpha$  как уровня надежности распознавания принадлежности  $(p, k)$  к множеству  $T$ .

Задача определения отношения  $R: (p, k)$  решается построением модели генерации вариантов проектных решений и модели определения технико-экономических показателей, характеризующих данную реализацию. Зная набор промежуточных показателей  $p$  и конечных  $k$  для данного варианта проектного решения и генерируя варианты со случайными параметрами, образуем некоторую выборку. Если рассматривать множество  $R(p, k)$  как генеральную совокупность, то при увеличении числа генерируемых вариантов характеристики случайной

выборки будут все более приближаться к характеристикам генеральной совокупности. Приняв разумную для практических целей точность характеристик выборки, получим необходимое число реализаций, обеспечивающее с заданной надежностью эту точность. Способы расчета и оценки точности при этом аналогичны тем, которые применяются при вычислении определенных интегралом методом Монте-Карло.

Полученное таким образом отношение  $\hat{R}(p, k)$  приближенно соответствует множеству  $R(p, k)$ , что не оказывает отрицательного влияния на надежность распознавания эффективных проектных решений.

Определение технико-экономических показателей включает в себя вопросы правильного их выбора с тем, чтобы принятая в расчетах система промежуточных показателей определяла конечные, влияла на них, была связана с ними, так как она лежит в основе предполагаемого метода оценки проектных решений. Может оказаться, что некоторые из применяемых показателей, характеризующих организацию строительства, слабо связаны с конечными показателями, в частности с продолжительностью строительства. В этом случае необходимо найти новые, более существенные показатели.

Задача определения множества допустимых решений  $T \subset R$  сводится к установлению пороговых значений конечных показателей  $k_i$ , при которых проектные решения с  $k$  минимальным и  $k < k_i$  при максимальной направленности показателя будем относить к множеству допустимых (эффективных) решений. Установить значение  $k_i$  можно при помощи экспертных оценок либо найдя интервал изменения  $k$  и выделив некоторую заранее установленную часть этого интервала, при которой упорядоченная пара  $(p, k)$  будет принадлежать множеству  $T$  лишь в том случае, если  $p$  принадлежит выделенному интервалу. При этом отношение  $T(p, k)$  есть множество только тех вариантов проектных решений, которые обладают лучшими показателями качества  $k$ .

После определения отношения  $T(p, k)$  найдем множество таких значений  $p$ , для которых пара  $(p, k) \in T$ . Задача заключается в том, чтобы для заданного множества  $T(p, k)$  выделить интервал изменения промежуточного показателя  $p$ . Для этого следует найти верхнюю  $supL$  и нижнюю  $infL$  границы множества  $L$ .

Таким образом, изложенная последовательность задач позволяет найти множество эффективных решений и соответствующие ему интервалы изменения промежуточных показателей. Их предлагается применять при оценке и экспертизе проектов с тем, чтобы по принадлежности значений промежуточных показателей этим интервалам судить об эффективности данного решения. Однако с полной достоверностью утверждать это нельзя, т. е., если значение промежуточного показателя принадлежит назначенному интервалу, то



следует говорить лишь о некоторой вероятности принадлежности проектного решения множеству допустимых решений (надежности распознавания эффективного проектного решения).

Зададим на множестве  $R$ -финитную функцию  $dF(p, k)$ , такую, чтобы  $\int_{(p, k) \in M} dF(p, k)$ , вычислим плотность множества  $T$ , если  $M \subset R$ ,

$M = \{(p, k) : k \in (k, k + \Delta k), p \in (p, p + \Delta p)\}$ . При нахождении надежности возможны ошибки двух родов, что порождает различные алгоритмы расчета. Ошибки первого рода состоят в отклонении эффективных проектных решений, второго – в принятии плохих проектов. Наиболее целесообразной представляется система, в которой установлен определенный баланс между теми и другими. В зависимости от принятого подхода к оценке проектов изменяется состав расчетов, идея остается той же.

Найдем множество  $S = \{(p, k) : p \in L\}$ .

Тогда надежность распознавания эффективного проектного решения в условиях действия ошибок второго ряда

$$\frac{\int_{(p, k) \in T} dF(p, k)}{\int_{(p, k) \in S} dF(p, k)}. \quad (1.19)$$

Следовательно, выделив при генерации вариантов проектных решений блок определения плотности множества  $R$ , имеем возможность после расчета интервалов изменения промежуточных показателей найти надежность распознавания эффективных решений  $\alpha$ .

По данной методике исследовалась двумерная область решений для конечного показателя – продолжительности строительства  $k_t$  – и промежуточного, характеризующего простои. Показатель плотности потока

$$P_n = \frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{ij} + t_{i.\delta.\delta.}}, \quad (1.20)$$

где  $\sum t_{ij}$  – суммарная продолжительность работ на объектах комплекса;  $t_{i.\delta.\delta.}$  – суммарные простои на объектах.

Значение  $P_n$  изменяется от 1 при  $t_{i.\delta.\delta.} = 0$  и до 0 при  $t_{i.\delta.\delta.} \rightarrow \infty$  на рис. 1.18.

Область ограничена значениями продолжительности строительства  $k_t = 81 \dots 141$  дней и показателя плотности потока  $P_n = 0,34 \dots 0,58$ . Установив пороговое значение  $k_t = 99$ , выделим тем самым область, содержащую множество  $T$ . Проекция этого множества на ось  $P_n$  определит такой интервал изменения показателя плотности потока, который соответствует эффективным (в смысле продолжительности строительства) решениям  $0,44 \leq P_n \leq 0,58$ .

Проекция плотности множества  $R$  на ось  $k_t$  служит для определения надежности решения (рис. 1.19). В данном случае  $\int dF(p, k_t) = 0,27$ , а  $\int_s dF(p, k) = 0,66$ , так что  $\alpha = 0,41$ . Таким образом, можно утверждать, что  $0,44 \leq p \leq 0,58 \Rightarrow P_r(k_t < 99) = 0,41$ .

Расчеты показывают, что при использовании шести независимых показателей с надежностью распознавания по каждому из них, равной 0,4, общий риск принять неэффективное решение (вероятность ошибки второго рода) падает до 0,05. Таким образом, кроме повышения надежности за счет установления рационального баланса между ошибками первого и второго рода, имеется возможность снижения риска вводом в системы оценки новых независимых показателей.

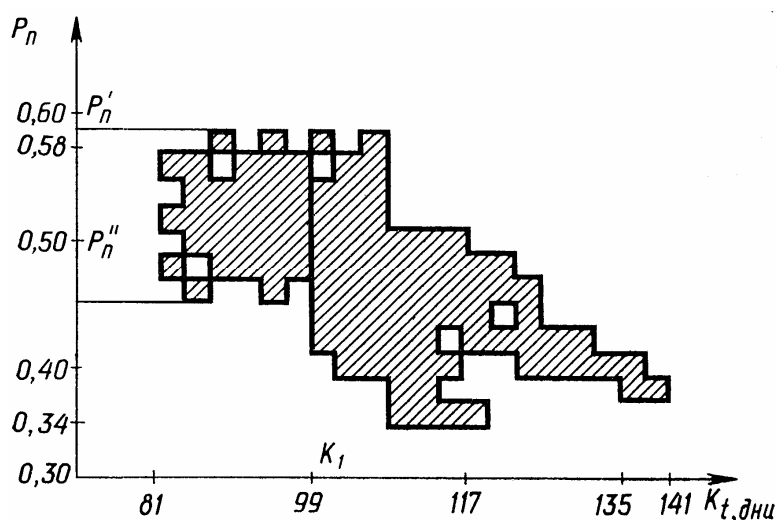


Рис. 1.18 – Область, в которой заключено множество вариантов решений  $R$ , характеризующихся упорядоченными парами  $(P_n, k_t)$ , критерий – продолжительность строительства

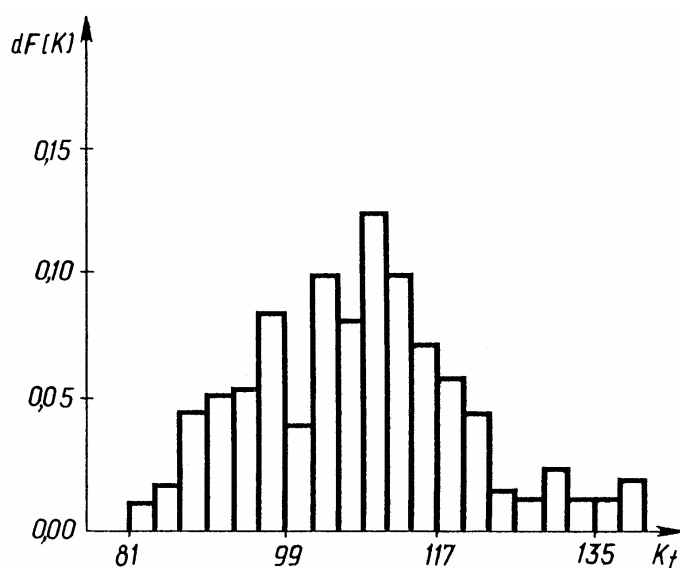


Рис. 1.19 – Проекция плотности множества  $R$  для определения надежности проектных решений

В качестве второго показателя, характеризующего, принят коэффициент простоя (рис. 1.20).

$$P_{i.\delta.\delta.} = \frac{t_{i.\delta.\delta.}}{nk_t}, \quad (1.21)$$

где  $n$  – число объектов в комплексе.

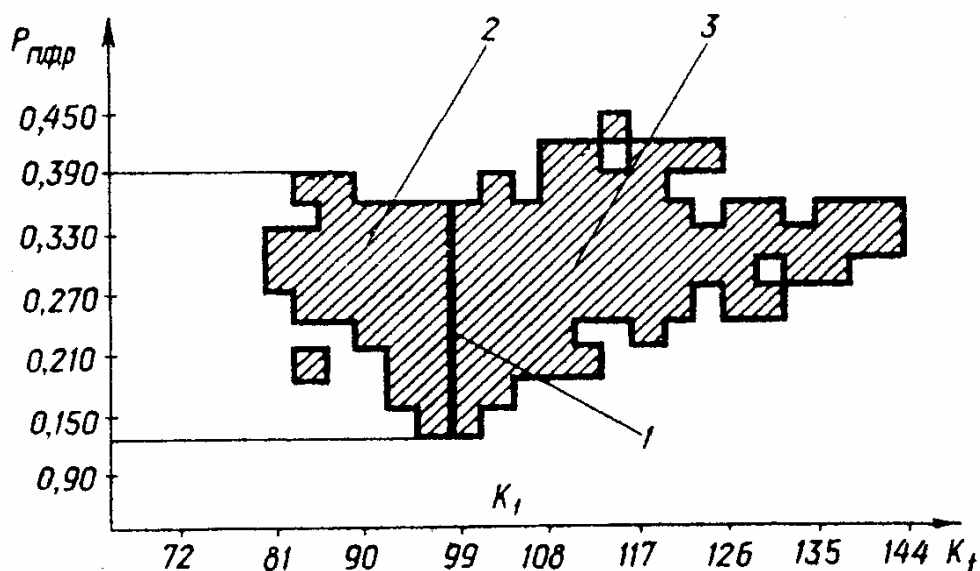


Рис. 1.20 – Пример неудачного выбора множества упорядоченных пар  $(P_{i.\delta.\delta.}, k_t)$ : 1 – линия пороговых значений; 2 – область неудовлетворительных значений проектных решений; 3 – область удовлетворительных значений

Показатель  $P_{i.\delta.\delta.}$  выбран неудачно, так как не отражает различных проектных решений, оставаясь практически постоянным при различной продолжительности строительства. Этот подход может быть принят для анализа степени взаимосвязи промежуточных и конечных показателей и выбора тех из них, которые наиболее применимы для оценки проектных решений. Описанные примеры подтверждают возможность использования предлагаемой методики для оценки уровня проектирования организационно-технологических решений.

Таким образом, методика комплексной оценки позволяет целенаправленно выбирать рациональные проектные решения по организации строительства промышленного комплекса, а также проводить комплексную оценку проектных решений, основываясь на принадлежности их к допустимой области, определенной заранее для данного класса объектов, не прибегая к установлению универсального показателя; увязать показатели различной природы, если они количественно оценены. Свобода выбора показателей в некотором интервале создает условия для осуществления оптимизации на последующих стадиях проекта в зависимости от цели реализующей системы.

С помощью данной методики может быть оценена степень влияния каждого отдельного показателя на область решений, и, следовательно, выбраны наиболее существенные из них для данного класса объектов. Методика может быть положена в основу разработки нормативов, оценки уровня проектных решений по организации строительства объектов и комплексов отдельных отраслей промышленности.

#### **1.4. Современные методы управления ресурсами строительной отрасли**

##### ***1.4.1. Теоретико-методологические основы и принципы обеспечения оптимальных условий рационального использования ресурсов для эффективной работы предприятий строительной отрасли***

Взаимосвязь уровней и темпов развития строительной отрасли и национальной экономики недостаточно исследована в украинской экономической науке. В условиях планового хозяйства соответствующие экономические пропорции формировались в большей степени под влиянием административно-партийных решений. Но для их принятия разрабатывались методы централизованного планирования, в которых строительство рассматривалось как отрасль, а позднее – комплекс отраслей, призванных обеспечить запланированный ввод основных фондов для других отраслей (комплексов) народного хозяйства.

В то же время за рубежом еще в 70-е годы Р. Мертон, Д. Катц и Л. Роберт, Э. Раймонд и Г. Стар (США), Т. Бурс и Ж. Сталкер (Англия), Сибата Токуэ, Симбо Сейдзи (Япония) и др., используя экономико-математические методы и модели межотраслевого баланса, искали взаимосвязь отрасли и экономики на примере стран, находящихся на различных стадиях развития, что крайне важно адаптировать для современной экономики Украины.

В связи с этим целью настоящей работы является исследование теоретико-методологических основ и принципов обеспечения условий эффективной работы предприятий строительной отрасли на современном этапе.

Приступая к решению поставленных задач, мы исходим из концептуального положения, что рыночная экономика открывает значительно более широкие возможности для рационального ведения хозяйства нежели экономика административно-партийного периода. Уникальный опыт Украины по созданию в исторически сжатые сроки достаточно мощного экономического потенциала, развитой многоотраслевой системы хозяйства дает богатый аналитический материал для обобщения рыночных методов концентрации средств на ведущих участках экономики Украины путем целенаправленного развития всех производственных звеньев.

Исследование общих принципов формирования структуры народного хозяйства Украины является, по нашему мнению, актуальным не только потому, что создает базу для выработки методологических подходов к анализу межотраслевых связей и отраслевых пропорций, но и с точки зрения формирования определенных предпосылок для характеристики основных этапов структурной политики в области экономики Украины. На наш взгляд, в настоящее время, когда разрабатываются концепции перехода от административно-партийных методов к рыночным взаимоотношениям, такого рода исследование позволит избежать односторонней оценки факторов административно-партийного руководства, игравших в свое время чрезвычайно важную роль в создании экономического потенциала советского государства. Одновременно появляется возможность сформулировать признаки недостаточности источников развития в административно-партийном периоде развития, являющиеся основой перехода к рыночным взаимоотношениям. Наконец, как нам представляется, углубляется понимание некоторых внутренних механизмов процессов, составляющих содержание интенсификации развития производства в данный момент.

Разработка общих методологических подходов к анализу структуры производства послужит основой совершенствования методов прогнозирования межотраслевых связей и отраслевых пропорций народного хозяйства Украины, и состоит из формирования сложной полидименсиональной структуры, в которую входят различные ресурсы и их производные, имеющие свои своеобразные характеристики.

Неоднородность ресурсов, «качественные» и «массовые» ресурсы. В экономике Украины, а также, очевидно, в экономиках стран СНГ и мира, ресурсы качественно неоднородны. Рабочая сила, оборудование, материалы имеют достаточно широкий и относительно стабильный диапазон качественных характеристик: для рабочей силы образование и квалификация, для оборудования, материалов, энергоносителей – совокупность различных технических свойств.

Если обозначить совокупность ресурсов, ранжированных по качеству, через  $R = \{R_1, ..., R_i, ..., R_n\}$ , где  $R_i = \bigcup_{k=1}^K R_i^{(k)}$  – объединение различных ресурсов  $k = 1, ..., K$  ранга  $i$ , то  $R^{(k)} = \bigcup_{i=1}^n R_i^{(k)}$  весь объем ресурсов вида  $k$  (например,  $k = 1$  – рабочая сила,  $k = 2$  – оборудование,  $k = 3$  – энергоносители и т. д.) и  $R = \{R^{(1)}, ..., R^{(k)}, ..., R^{(K)}\}$ .

Качественные различия однотипных ресурсов не носят случайного характера: они сохраняются на протяжении сравнительно длительных периодов времени, причем воссоздаются в относительно медленно меняющемся спектре. Некоторая доля ресурсов нижней части спектра может исчезнуть из оборота, и одновременно появятся их виды с более

высокими, по сравнению с самыми передовыми элементами данной хозяйственной совокупности, свойствами. Пропорции между элементами различного качества могут изменяться. По-видимому, будет вполне оправданным предположение, что разнородность ресурсов не является отклонением от нормы, признаком переходного, промежуточного состояния экономики. Наоборот, сочетание стабильности набора ресурсов разных качественных категорий с появлением принципиально новых их групп говорит об одновременном использовании ресурсов различного качества – объективное требование экономического развития, внутренне присущая ему черта.

Разумеется, для отдельных этапов экономического развития степень разнородности используемых ресурсов неодинакова. Особенно велики различия для экономики, которая лишь вступает в стадию рыночных взаимоотношений или еще не завершила ее: существуют отрасли с передовой технологией и одновременно широкие сферы применения ручного труда или же самых простых технических средств. Однако и в странах, в основном завершивших или же целиком прошедших стадию формирования рыночных взаимоотношений, также наблюдается разрыв в уровне технического развития отраслей и производств.

Пусть  $F_k(R)$  – функция распределения ресурсов вида  $k$  по качественным признакам. На рис. 1.21 приведены примеры возможного распределения совокупностей разных видов ресурсов в экономике с преобладанием тех или иных качественных групп. Предварительно заметим, что элементы функции  $F_k(R)$  взаимозависимы (для разных  $k$ ), а также могут изменяться во времени.

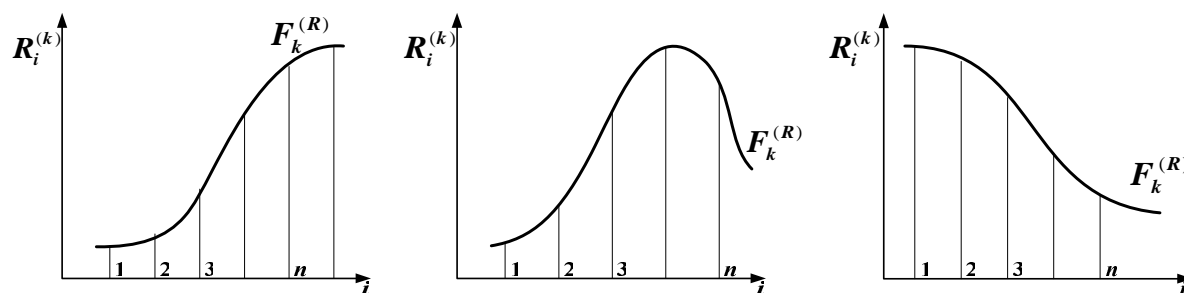


Рис.1.21 – Типы качественной структуры отдельных видов ресурсов

Качественная категория ресурсов определяется техническим уровнем средств производства и квалификацией рабочей силы. В конечном счете это связано с длительностью предшествующего моменту вовлечения ресурсов в производство подготовительного цикла, охватывающего формирование квалификации кадров, проектирование и освоение необходимого оборудования, создание материалов с требуемыми характеристиками. Много времени, необходимого для создания предварительных условий воспроизводства ресурсов того или иного качественного уровня, выражается в их ограниченности в пределах какого-либо фиксированного периода экономического развития.

Мы используем два термина: «качественные» ( $\overline{R}$ ) и «массовые» ресурсы ( $\underline{R}$ ). Пусть  $R = \{\overline{R}, \underline{R}\}$ , где  $\overline{R} = \{R_1, \dots, R_p\}$ ,  $\underline{R} = \{R_{p+1}, \dots, R_n\}$ . Такое грубое деление их совокупности на две категории условно, так как оно абсолютизирует крайние состояния дифференциации ресурсов. Однако это деление удобно для изложения и не затрудняет рассмотрения существа исследуемой проблемы.

Внутренний состав «качественных» ресурсов на разных этапах экономического развития меняется. То, что на начальных стадиях перехода к рыночным отношениям бесспорно попадало в их категорию, в настоящее время может быть и не включено в нее. Если сейчас «качественные» ресурсы охватывают специализированное и автоматическое оборудование, рабочую силу высокой квалификации, конструкционные материалы со свойствами, обусловленными спецификой потребления, то в период перехода экономики Украины к рыночным отношениям к ним следует отнести универсальное оборудование, рабочую силу среднего квалификационного уровня, материалы универсального назначения и т. п.

Соответственно меняется и внутреннее содержание понятия «массовых» ресурсов. В их состав, т. е. в нижние качественные категории, по мере экономического развития рынка войдет все большее число производимых в широких масштабах продуктов универсального назначения.

Источники пополнения самых нижних слоев, первичных «массовых» ресурсов – это не вовлеченная в производство в условиях рынка малоквалифицированная рабочая сила, невозделываемая земля, не освоенные естественные запасы. За пределами экономического процесса в условиях рынка всегда существует некоторая потенциальная масса первичных ресурсов, обладающих самыми низкими качественными характеристиками  $R = \{R_{n+1}, \dots, R_{n+m}\}$ . При рыночных отношениях определенного рода она может быть включена в производство.

Воспроизводство «качественных» ресурсов и цели экономического развития – система приоритетов. Создание современной экономики с высоким жизненным уровнем населения, передовым производственным аппаратом, развитой системой научных исследований, мощным оборонным потенциалом тождественно приобретению «качественными» ресурсами доминирующей роли в процессе воспроизводства производительных сил.

На ранних стадиях создания высокоразвитой рыночной экономики проблема ускоренного роста «качественных» ресурсов стоит особенно остро. Обеспечение быстрого увеличения их доли в общей массе ресурсов характеризовало основную направленность сдвигов этого этапа развития. Благодаря возможностям рыночной системы хозяйства в этот период сформировался определенный комплекс целенаправленных мероприятий, позволивших обеспечить максимально высокие темпы увеличения объема

«качественных» ресурсов, наращивание которого имеет два основных направления. Во-первых, наличная их масса применяется преимущественно для своего собственного воспроизводства, в результате чего создается некоторый замкнутый цикл, не включающий, однако, ту часть, которая выпадает из экономического оборота. Во-вторых, широко используются компенсирующие возможности «массовых» ресурсов.

Оба направления реализуются через систему хозяйственных приоритетов в условиях рынка.

Преимущественная концентрация «качественных» ресурсов в сфере их собственного воспроизводства приводит к формированию системы приоритетов в распределении рабочей силы, средств производства и предметов потребления. Руководствуясь тем, в какой мере расширение производства продукции той или иной отрасли способствует реализации основных целей в области структурных преобразований в экономике, особенности рынка регулируют распределение ограниченных ресурсов, вводя квоты соответствующих экономической роли каждого из многочисленных потребителей. Чем большее предпочтение отдается отдельному виду производства, чем значительнее его роль в наращивании массы, ресурсов, тем большей квотой пользуется он при распределении ограниченных хозяйственных благ. Высокоприоритетное положение такого подразделения выражается в одновременном пользовании комплексом предпочтений, обеспечивающих необходимый качественный уровень выпускаемой конкурентоспособной продукции.

Наиболее конкретным и очевидным, но не единственным проявлением принципа хозяйственных приоритетов в экономической практике является система различных закупок и торгов опосредствующих процесс рыночного распределения трудовых ресурсов и материальных благ. Ограничения, возникающие на потребление некоторых видов ресурсов с помощью этих систем могут однако в отдельные промежутки времени выражать собой не только длительные, объективно необходимые и сознательно поддерживаемые соотношения приоритетов, но и конъюнктурные, приходящие колебания в объемах распределяемых ресурсов или в хозяйственном положении того или другого потребителя.

Механизм потребления ресурсов, в условиях рынка поддерживающий сложные хозяйственные приоритеты, предполагает существенные различия в использовании передовых достижений технологии между подразделениями, имеющими определенные привилегии и обладающими ими в значительно меньших масштабах. Существует, следовательно, соответствие между свойствами поступающих в данную сферу деятельности ресурсов, особенностями технологии и качественными характеристиками выпускаемой продукции. Поэтому экономику, нацеленную на максимально ускоренное воспроизводство «качественных» ресурсов, можно разделить на несколько существенно различных по техническому уровню групп производств – сфер по техническому уровню. Сферы экономики, обладающие



предпочтительными позициями при распределении «качественных» ресурсов, можно отнести к высокому хозяйственному уровню; подразделения, не имеющие их или же располагающие ими в меньших масштабах, – к относительно более низкому уровню. Если разноуровневые группы производств расположить в определенной последовательности, то качественный ранг каждой группы будет выражаться одновременно характером технологии, свойствами вовлекаемых ресурсов и выпускаемой продукции, между которыми существует непосредственная взаимозависимость и вытекающее отсюда единство.

Таким образом, множество хозяйственных подразделений в условиях  $S$  можно упорядочить по качественным уровням  $\gamma: S = \{S_1, \dots, S_\gamma, \dots, S_\omega\}$ ,

$S_\gamma = \bigcup_{l=1}^L S_\gamma^{(l)}$  – объединение различных хозяйственных организаций  $l$ ,  $l = 1, \dots, L$ , имеющих уровень  $\gamma$ . Зададим функцию распределения хозяйственных подразделений по качественному признаку  $\hat{O}_i(S)$  (рис.1.22). Можно говорить о существовании зависимости в распределении хозяйственных подразделений по качественным уровням  $\Phi(S)$  и распределении ресурсов по качественному признаку  $F(R)$ . В связи с этим  $Q_\gamma(R)$ , т. е. потребление ресурсов на каждом хозяйственном уровне есть функция соответствия этих функций распределения:  $Q_\gamma(R) = Q(R \cdot S)$ . В этом случае приоритеты, исходя из условий рынка, выражаются через

$$\partial \frac{Q_\gamma(\bar{R})}{Q_\gamma(R)} / \partial \bar{R} > \partial \frac{Q_\sigma(\bar{R})}{Q_\sigma(R)} / \partial \bar{R}, \text{ если } \sigma > \gamma. \quad (1.22)$$

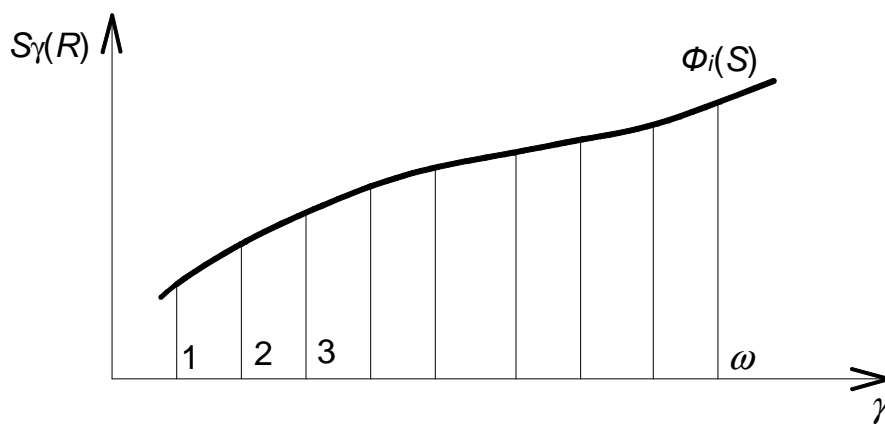


Рис. 1.22 – Распределение ресурсов между хозяйственными уровнями

*Процессы компенсации и замещения* – компенсирующие функции «массовых» ресурсов. В формировании и образовании многоуровневой структуры народного хозяйства важная роль принадлежит «массовым» ресурсам. Приоритет одних хозяйственных подразделений при потреблении ресурсов и вытекающие отсюда ограничения требуют обеспечения условий компенсации «качественных» ресурсов для тех производств, куда они, исходя из различного рода условий рынка,

поступают в недостаточных количествах, более доступными хозяйственными благами. Условием создания системы приоритетов, таким образом, является наличие в экономике большого количества не полностью или малоэффективно используемых «массовых» ресурсов, которые служат средством компенсации при указанных ограничениях, устанавливаемых для малоприоритетных звеньев нижележащих уровней исходя из условий конкурентной борьбы.

Основным признаком компенсирующих процессов является то, что в производстве используется относительно доступная, но несовершенная технология, требующая больших расходов рабочей силы, материалов, в некоторых случаях повышенных капитальных вложений. Освобождение от затрат «качественных» ресурсов влечет за собой повышенный расход в «массовых». Взаимозависимость  $Q_\gamma(\underline{R})$  и  $Q_\gamma(\bar{R})$  отражена на рис. 1.23 типичными функциями распределения «качественных» ( $\bar{R}$ ) и «массовых» ( $\underline{R}$ ) ресурсов по потребителям различного ранга  $\gamma$ .

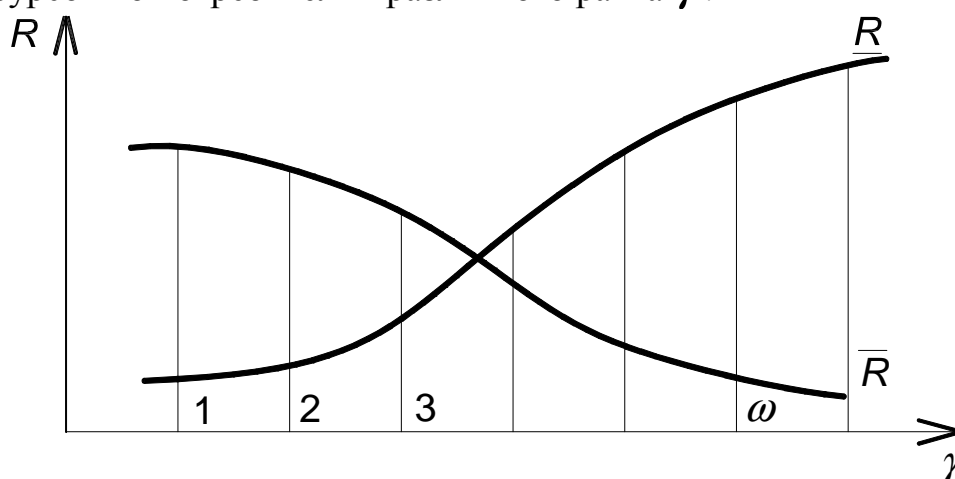


Рис. 1.23 – Взаимозависимость распределения «качественных» и «массовых» ресурсов

Компенсирующий эффект «массовых» ресурсов распространяется не только на малоприоритетные хозяйственные звенья, но и на те хозяйственные подразделения, где рождаются «качественные» ресурсы. Можно говорить о двух формах процесса компенсации: либо путем полного или почти полного вытеснения привилегированных ресурсов из низших звеньев, либо путем использования «массовых» ресурсов и простой технологии непосредственно в высших подразделениях хозяйственной иерархии. Выразим масштабы и эффективность компенсирующих усилий заданием показателя «предельной нормы» замещения «качественных» ресурсов «массовыми»

$$q_\gamma = \left| \frac{\partial Q_\gamma(\bar{R})}{\partial Q_\gamma(\underline{R})} \right|. \quad (1.23)$$

Поскольку в компенсирующих усилиях участвует большое число разновидностей ресурсов: «массовых», занимающих промежуточное

положение между «массовыми» и «качественными» и приближающихся по своим свойствам к категории «качественных», постольку эти усилия осуществляются в полном соответствии со сложившейся иерархией приоритетов отдельных экономических звеньев. Приоритет строительной отрасли выражается не только в тех предпочтительных позициях, которыми она располагает в отношении качественных ресурсов, но также и в том, какие ресурсы низшего ранга выполняют в этой отрасли компенсирующие функции. Наиболее общая схема последовательности взаимодействий при этом такова: чем выше ранг отрасли, тем соответственно более высокого ранга ресурсы используются в ней в целях компенсации (при этом ранг компенсирующих ресурсов ниже ранга отрасли-потребителя); отрасль, выполняющая компенсирующие функции, в свою очередь, опирается в своем развитии на производства более низкого ранга. Таким образом, создается некоторая иерархическая последовательность отраслей и производств, взаимодействие между которыми построено по нисходящей линии на основе эффекта компенсации.

Наиболее общая характеристика роли «массовых» ресурсов в формировании многоуровневой структуры экономики, основывающейся на хозяйственных приоритетах, состоит в том, что чем жестче приоритеты, чем в меньшем числе подразделений концентрируются «качественные» ресурсы, тем большее число других подразделений подвергается ограничениям, тем больше спрос на избыточные ресурсы, тем шире их компенсирующие функции. И, наоборот, чем большим резервом «массовых», малоэффективно используемых ресурсов обладает экономика, тем шире ее возможности в применении системы хозяйственных приоритетов. Это положение иллюстрируется рис. 1.24, на котором в одном случае (1) показаны условия мобилизации «качественных» ресурсов, а в другом (2) отражена менее напряженная ситуация.

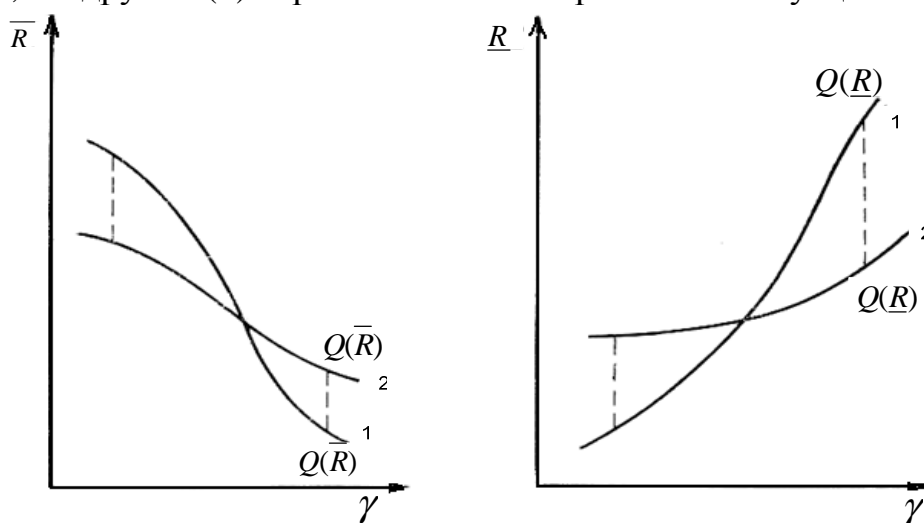


Рис. 1.24 – Распределение «качественных» и «массовых» ресурсов при жесткой (1) и ослабленной (2) системе приоритетов

*Коэффициент компенсации.* Последовательная зависимость отраслей относительно высокого ранга от ближайших к ним отраслей низшего является преобладающей формой взаимно компенсирующего развития отдельных строительных подразделений. Использование продукции близких по рангу звеньев в качестве компенсирующих затрат позволяет поддерживать необходимый качественный уровень отрасли – потребителя. Вместе с тем следует отметить, что компенсирующую функцию могут выполнять в различных масштабах ресурсы всех нижележащих звеньев, вплоть до замыкающих подразделений.

Средний народнохозяйственный коэффициент компенсации

$$q = \left| \frac{\partial \bar{R}}{\partial \underline{R}} \right|, \quad (1.24)$$

а для заданной иерархии хозяйственных уровней

$$q = E(q_\gamma) = \sum_{\gamma=1}^{\omega} q_\gamma Q_\gamma(\bar{R}) / \underline{R}. \quad (1.25)$$

Чем в более высоком по отношению к своему собственному рангу подразделении выполняют какие-либо ресурсы компенсирующую функцию, тем меньше эффект компенсации. Эффект замещения ресурсов высшего ранга ресурсами низшего снижается по мере увеличения расстояния между взаимодействующими звеньями.

Потребление ресурсов различного ранга на хозяйственном уровне  $\gamma$  графически представлено на рис. 1.25. Пусть  $R_{i1} \in \bar{R}, R_{i2} \in \underline{R}$ , тогда

$$q_\gamma = \left| \frac{\partial Q_\gamma(\bar{R})}{\partial Q_\gamma(\underline{R})} \right| \quad (1.26)$$

можно конкретизировать как

$$q_\gamma(i_1 i_2) = \left| \frac{\partial Q_\gamma(\bar{R}_{i1})}{\partial Q_\gamma(\underline{R}_{i2})} \right|. \quad (1.27)$$

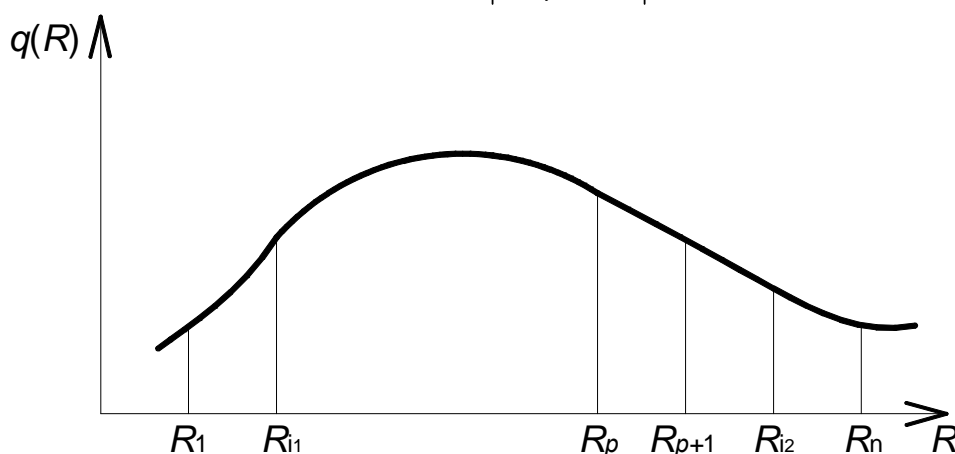


Рис. 1.25 – Качественная структура ресурсов, используемых на определенном хозяйственном уровне

Очевидно,  $q_\gamma(i_1, i_2) < q_\gamma(i_1, i_e)$ , если  $i_2 > i_e$ , и  $q_\gamma(i_1, i_2) > q_\gamma(i_1, i_e)$ , если  $i_e > i_2$ . Коэффициент  $q_\gamma$  отражает масштабы компенсирующего воздействия «массовых» ресурсов, используемых в экономике на том или ином этапе ее развития. Чем ниже слой «массовых» ресурсов, привлекаемых для замещения качественных элементов производства, тем меньше их эффект, тем выше интенсивность компенсирующих процессов, которые должны протекать в экономике.

*Функции «качественных» ресурсов.* По мере расширения рыночного производства его последовательный рост при данном соотношении сложившихся качественных уровней экономики наталкивается на ограниченность  $\underline{R}$ . Дальнейшее вовлечение в производство потенциальных «массовых» ресурсов  $\bar{R}$  не решает проблемы ввиду чрезвычайно низкого коэффициента компенсации, характерного для их использования. Естественный выход в данном случае – изменение в соотношении приоритетов, характерных для подразделений разных уровней, их сближение.

Такого рода изменениям благоприятствует то, что каждая их новая «волна» распространяется в условиях все большей и большей доступности «качественных» ресурсов относительного увеличения их массы в совокупном объеме с рыночного производства. Таким образом, для выполнения самыми нижними звеньями компенсирующих функций необходимо увеличить соответствующий коэффициент  $q_\gamma$ , что предполагает выделение относительно большей части «качественных» ресурсов нижним хозяйственным звеньям, сближение их ранга с рангом подразделений, находящихся на высшей иерархической ступени.

Изменение принципов распределения «качественных» ресурсов, пересмотр системы приоритетов – основной источник внутреннего развития многоуровневой хозяйственной системы. По мере увеличения доли «качественных» ресурсов, направляемых в нижние уровни, некоторые замыкающие звенья системы отмирают. Одновременно возникают подразделения все более высоких качественных рангов. Перемещение хозяйственных подразделений с одного качественного уровня на другой в отдельных случаях не обязательно будет происходить в строгой последовательности. Это зависит от изменения в соотношении целевых установок общества, появления новых технических возможностей и других причин.

Таким образом, распределение хозяйственных подразделений по уровням является производным от распределения ресурсов по качественному признаку  $F_i(R) \Rightarrow \hat{O}_\gamma(S)$  при условии неизменности целевых установок. Увеличение доли «качественных» ресурсов, направляемых в нижние звенья, приводит к замедлению развития подразделений верхнего уровня. Однако неполное удовлетворение потребностей нижележащих звеньев в «качественных» ресурсах может

вызвать диспропорциональность и нарушить поступательный рост всей экономической системы, о чем речь пойдет ниже.

*Коэффициент замещения.* Относительное увеличение объема «качественных» ресурсов, потребляемых низшими звеньями, означает замещение этими ресурсами «массовых» или любых других ресурсов более низкого ранга.

Эффект замещения противоположен по своему содержанию и направленности эффекту компенсации, т. е.

$$\frac{1}{q_\gamma} = \left| \frac{\partial Q_\gamma(\underline{R})}{\partial Q_\gamma(\bar{R})} \right| = d_\gamma. \quad (1.28)$$

Чем глубже в экономике процессы замещения, тем относительно меньше масштаб необходимого эффекта компенсации.

В двухуровневой экономике строительной отрасли при избытке «массовых» ресурсов и больших возможностях использования их компенсирующего влияния «качественные» ресурсы почти целиком остаются в верхних звеньях экономической системы и лишь в незначительных масштабах применяются в целях замещения. Расширение промежуточных звеньев экономики требует перераспределения «качественных» ресурсов между верхними и вновь возникающими звеньями экономики, освобождает нижние экономические подразделения от компенсирующих функций или же перемещает направленность таких воздействий на ближайшие хозяйственные уровни, что повышает коэффициент компенсации и снижает общую народнохозяйственную потребность в компенсационных усилиях, ожидаемых от нижних звеньев хозяйственной системы.

Состояние замещающих процессов в экономике может быть охарактеризовано с помощью народнохозяйственного коэффициента замещения. Его среднее значение для народного хозяйства

$$d = \left| \frac{\partial \underline{R}}{\partial \bar{R}} \right|. \quad (1.29)$$

Для заданной системы приоритетов в потреблении «качественных» ресурсов он может быть выражен как

$$d = E(d_\gamma) = \sum_{\gamma=1}^{\omega} d_\gamma Q_\gamma(\underline{R} / \bar{R}), \quad (1.30)$$

где  $d_\gamma = \left| \frac{\partial Q_\gamma(\underline{R})}{\partial Q_\gamma(\bar{R})} \right|$  – эффективность замещения «массовых» ресурсов на хозяйственном уровне  $\gamma$ . Его значение тем выше, чем больше «качественное» расстояние между взаимодействующими экономическими уровнями. Так, при замене некоторой старой технологии новой – эффект в виде количества вытесняемых малопроизводительных ресурсов будет тем значительнее, чем ощутимее разрыв в уровне этих двух технологий. Компенсирующее воздействие «массовых» ресурсов сопровождается тем

же эффектом, только обратного порядка. Общий качественный рост экономики и снижение качественной дифференциации ресурсов неизбежно ведут к устранению эффекта замещающего воздействия ресурсов высших уровней. При неизменном качественном соотношении высших и низших уровней экономики средний народнохозяйственный коэффициент замещения, как и аналогичный коэффициент компенсации, зависит от последовательности и структуры промежуточных звеньев экономической строительной системы, к которым, в первую очередь, относятся хозяйственные уровни.

*Многоуровневая структура экономики строительства.* Хозяйственный уровень как некоторая совокупность подразделений, близких по качественным характеристикам технологий, ресурсов и выпускаемой продукции, – экономическая реальность, несмотря на то, что эта совокупность может быть образована из элементов, входящих в различные отраслевые и ведомственные совокупности предприятий.

Качественная структура экономики строительства  $S = \{S_I, ..., S_\gamma, ..., S_\omega\}$  не совпадает с ее отраслевой структурой, с тем ее разрезом, который выражает характер общественного разделения труда  $S = \{S^{(I)}, ..., S^{(i)}, ..., S^{(L)}\}$ . Производству в пределах одной и той же отрасли однотипной продукции с разными качественными признаками соответствует соединение в ее рамках нескольких технологических способов производства, соотношение между которыми постепенно изменяется. Разумеется, та или другая отрасль может в большей или меньшей степени принадлежать определенному хозяйственному уровню, находиться преимущественно в высшем, среднем или низшем звене хозяйственной иерархии. В зависимости от того, куда по своим качественным признакам тяготеет отрасль, к ней применимы характеристики, относящиеся к соответствующим рангам хозяйственной иерархии.

Целостность совокупности подразделений, формирующих определенный качественный хозяйственный уровень, устойчивое существование этой совокупности как необходимого элемента воспроизводственного механизма выражаются в ряде конкретных проявлений экономической деятельности.

Любой качественный хозяйственный уровень определяется прежде всего постоянными внутриуровневыми связями между предприятиями разных отраслей, обладающими, однако, некоторыми общими внутренними признаками. Избирательность связей и их постоянство являются известными фактами хозяйственной жизни, позволяющими говорить о существовании стабильных одноуровневых хозяйственных образований.

Такие внутриуровневые связи, объединяющие подразделения единого качественного порядка, занимают основное место среди всей массы связей, присущих этим подразделениям. Кроме того, существуют

связи с подразделениями верхних и нижних иерархических звеньев соответственно компенсирующего и замещающего характера, которые также характеризуют контуры целостных образований того или иного уровня.

Гарантией стабильности внутриуровневого хозяйственного оборота, основанного на качественной близости технологии взаимосвязанных подразделений, служит их тождественное положение в системе экономических приоритетов. Устойчивость одноуровневых образований при различных изменениях в распределении ресурсов предполагает также определенную синхронность в отношении всех составляющих эти образования подразделений. Их равное положение в системе распределения ресурсов может проявляться не только в качественной близости используемой технологии, но и в одновременном восприятии одних и тех же экономически доступных нововведений, разумеется, в тех случаях, когда в производственной базе разноотраслевых подразделений имеются совпадающие по применяемой технологии участки.

Наряду с материальными потоками внутриуровневое единство предопределяется тем общим ареалом квалифицированной рабочей силы, на который в равной мере опираются взаимосвязанные подразделения. Близость их технического уровня обуславливает сходные требования к образованию и квалификации работников, вызывая существенное единообразие в степени использования рабочей силы, уровне заработной платы, условиях труда и т. п.

С точки зрения квалифицированного рабочего, обладающего сквозной или достаточно широко распространенной профессией, хозяйственной реальностью является не отрасль, к которой принадлежит предприятие, а технический уровень производства на этом предприятии, определяющий его принадлежность к некоторой однородной хозяйственной совокупности.

Внутриуровневая целостность в значительной степени определяется общим научно-техническим потенциалом, на который опираются подразделения единой качественной градации. Такая общность существует как в межотраслевом производственном аспекте, так и в плане постоянного обмена информацией и кадрами между учреждениями сферы науки и образования, с одной стороны, и производственными единицами – с другой.

*Межуровневые сдвиги, характеризующиеся интенсивностью и глубиной межуровневых связей.* Результаты деятельности подразделений, составляющих единый хозяйственный уровень, могут в разных пропорциях распределяться между внутриуровневыми и межуровневыми связями. Чем больший объем деятельности подразделений данной качественной градации реализуется через межуровневые связи, тем выше их интенсивность, которая может характеризоваться относительной интенсивностью поставок по всем видам ресурсов.

В отношении процессов замещения высокая интенсивность



межуровневых связей соответствует этапам наиболее активных структурных преобразований. В этом случае общая народнохозяйственная интенсивность межуровневых связей характеризует совокупную меру участия подразделений всех хозяйственных ступеней в процессе замещения. Если показатели интенсивности замещающих воздействий дают меру структурного обновления экономики, то применительно к компенсирующим они, наоборот, выражают меру хозяйственных усилий, направленных на консервацию сложившейся структуры.

Выразим замещающие воздействия для экономики в целом как  $\sum_{\alpha > \gamma} Q_{\alpha\gamma}(R) / \sum_{\gamma=1} Q_{\gamma}(R)$ , и соответственно компенсирующие воздействия представим в виде  $\sum_{\gamma < \alpha} Q_{\gamma\alpha}(R)$ , а их интенсивность  $I_2 = \sum_{\alpha > \gamma} Q_{\alpha\gamma}(R) / \sum_{\gamma=1} Q_{\gamma}(R)$ .

Еще один аспект межуровневых воздействий – это их глубина. Поскольку и нисходящие, и восходящие воздействия охватывают не только ближайшие, но и достаточно отдаленные по качественным признакам подразделения, существенным является соотношение между размерами воздействий, направленных от данного уровня на качественно близкие и отдаленные объекты. Чем более высокий удельный вес составляют качественно отдаленные объекты, тем больше глубина воздействия. Разумеется, принцип приоритетов требует максимально близких взаимодействий как в компенсирующих, так и в замещающих усилиях. Однако, в зависимости от условий и методов структурных преобразований, реализация этого внутреннего требования экономической системы достигается в неодинаковой степени.

Глубина воздействий определяется как расстоянием между взаимодействующими уровнями  $\mu(\gamma, \alpha)$ , так и функцией распределения поставляемых ресурсов.

Величина  $G_1 = \sum_{\gamma} \sum_{\alpha < \gamma} Q_{\alpha\gamma}(R) / Q_{\gamma}(R) \mu(\alpha, \gamma)$  выражает среднюю глубину замещающих воздействий. Аналогично можно вывести показатель компенсирующих воздействий  $G_2$ .

Глубина замещающих воздействий в первую очередь отражает структурную зрелость экономики, проявляющуюся в относительном увеличении тех квот, которыми располагают хозяйственные звенья нижних уровней при распределении «качественных» ресурсов. Эта глубина, таким образом, характеризует состояние системы хозяйственных приоритетов на каждом данном этапе экономического развития. Увеличение глубины происходит как в результате исчерпания «массовых» ресурсов, выполняющих компенсирующие функции, так и вследствие целенаправленной политики ускорения технического прогресса и структурных преобразований. Связь между интенсивностью замещающих воздействий и их глубиной состоит в том, что возрастание интенсивности межуровневых влияний может происходить в условиях сохранения их

жесткой ступенчатой последовательности, тогда как изменение глубины связано с отклонением от этой последовательности и более резко выражает сдвиги в системе приоритетов.

Глубина компенсирующих, так же как и замещающих воздействий характеризует уровень, достигнутый в структурном развитии экономики, и состояние системы хозяйственных приоритетов. Увеличение глубины компенсирующих воздействий означает замедление качественных изменений в экономике.

*Проблема качественного соответствия используемых ресурсов.* Сам факт межуровневых взаимодействий предполагает, что в определенной своей части качество используемых ресурсов отклоняется в ту или другую сторону от средних норм, присущих данной одноуровневой совокупности. Характер отклонений различен в зависимости от того, порождаются ли они компенсирующими или замещающими взаимодействиями. В обоих случаях, однако, привлекаемые извне ресурсы отличаются от ресурсов, участвующих во внутриуровневом обмене  $Q_r(R)$ .

Вследствие указанных отклонений возникают неизбежные потери, связанные с тем, что при соединении ресурсов низшего качественного ранга с ресурсами высшего последние не могут реализовать в производстве ряд своих полезных свойств и происходит их своеобразное обесценивание, а также с тем, что влияние низкокачественных ресурсов на свойства выпускаемой продукции может быть непропорционально большим по сравнению с их удельным весом в общем объеме ресурсов.

Из сказанного следует, что наряду с основным компенсационным эффектом могут возникнуть побочные, вызванные неблагоприятным воздействием на производство тех ресурсов, которые привлечены низшими хозяйственными звеньями. Возможность проявления таких побочных эффектов тем больше, чем отдаленнее в качественном отношении подразделения, вступающие в хозяйственные связи. Речь, таким образом, идет о дополнительном факторе, который вместе с ростом коэффициента компенсации ограничивает межуровневые взаимодействия. Эффект замещения также может быть ослаблен за счет тех потерь, которые сопровождают объединение ресурсов различного качества.

Таким образом, увеличение потерь по мере усиления разнородности соединяемых ресурсов является фактором, ограничивающим глубину как компенсирующих, так и замещающих воздействий.

*Двухуровневая экономическая структура.* Характер взаимодействия последовательных иерархических звеньев в рамках развивающейся многоуровневой экономики отличается рядом особенностей. В относительных масштабах производства подразделений различного качественного уровня зафиксированы итоги предшествующих усилий по расширению верхних подразделений хозяйственной системы. На начальных этапах индустриализации, несмотря на ускоренный рост отраслей, способствующих увеличению удельного веса «качественных»

ресурсов в их общем объеме, абсолютные масштабы верхних звеньев экономики могут быть таковы, что для поддержания их развития еще не требуется вовлечения в производство всего объема «массовых» ресурсов (прежде всего неквалифицированной и малоквалифицированной рабочей силы), которыми располагает общество. Глубина компенсирующих воздействий  $G_2$  на этом этапе экономического развития очень велика, тем не менее она ограничена определенными пределами. В результате потенциальный компенсирующий эффект использования «массовых» ресурсов значительно превышает фактический, который сопряжен с достигнутыми размерами производства верхних иерархических звеньев.

При неполном вовлечении «массовых» ресурсов в хозяйственный оборот наиболее рациональным путем создания компенсирующего эффекта служит расширение самых нижних звеньев хозяйственной иерархии, поддержание максимальной глубины компенсирующих и сокращения глубины замещающих воздействий  $G_1$ . Ресурсы самого нижнего уровня, не исчерпанные на данном этапе развития до конца, максимально привлекаются в качестве компенсирующих затрат в самые верхние звенья экономики. При абсолютном избытке «массовых» ресурсов вполне допустимо увеличение их затрат в высших звеньях иерархии, связанное с высокой интенсивностью компенсирующих воздействий. Экономика в этих условиях характеризуется достаточно четко выраженной двухуровневой структурой: предприятия с передовой технологией по разным направлениям опираются на производство, основанное на ручном труде или же на примитивных технических средствах. По мере приближения экономики к состоянию относительно полного вовлечения всей совокупности «массовых» ресурсов в хозяйственные процессы, связанные со структурной перестройкой, подобная форма развития становится нецелесообразной.

Особенностью экономики с двухуровневой структурой является способность к чрезвычайно быстрой концентрации средств в сферах ускоренного развития. Однако такая маневренность двухуровневой экономики – лишь обратная сторона ее ограниченных возможностей в расширении качественного спектра хозяйственной структуры. Несмотря на высокие компенсирующие затраты, ресурсы нижнего хозяйственного уровня, используемые в верхних подразделениях экономики, выступают в роли «груза», который мешает этим подразделениям в их качественном росте.

Двухуровневая структура способствует ускоренному увеличению доли «качественных» ресурсов в экономике. Взаимодействие нижнего и верхнего уровней вызовет усиленную эксплуатацию некоторых уже достигнутых технических возможностей. Но средний ранг быстро расширяющихся ресурсов верхнего уровня не может быть очень высоким.

*Промежуточные хозяйственные уровни.* На смену двухуровневой приходит экономика с относительно развитыми звеньями, находящимися в

промежутке между вершиной и основанием хозяйственной пирамиды и имеющими большую величину компенсационного эффекта, что отвечает потребностям экономного использования первичных «массовых» ресурсов. Кроме того, как отмечалось выше, применение на верхнем уровне ресурсов низших рангов не может не ставить постоянно под угрозу качественные характеристики продукции ведущих подразделений экономики. Такая угроза усиливается по мере того, как с расширением верхних звеньев при ограниченном количестве ресурсов среднего качества спрос начинает распространяться на ресурсы самых последних слоев нижнего хозяйственного яруса. Наряду с известным использованием тех элементов ресурсов низшего качества, которые могут быть направлены непосредственно в высокоприоритетные подразделения, фактором расширения промежуточных экономических звеньев является постепенное увеличение потенциала «качественных» ресурсов, повышение степени их доступности. Выделение некоторой части этих ресурсов в промежуточные подразделения – непереносимое условие формирования последних.

Разные типы экономики характеризуются неодинаковой степенью развития промежуточных звеньев иерархической системы. Если экономика стремится к максимально высоким темпам роста «качественных» ресурсов фиксированного или малоизменяющегося ранга, то промежуточные звенья получают сравнительно слабое развитие. В этом случае в ней сохраняются ярко выраженные черты двухуровневой структуры. Когда же народное хозяйство достигло такого этапа развития, главная цель которого – перестройка и наращивание самых верхних этажей экономической иерархии, то, очевидно, возникает потребность в ресурсах более высокого ранга. При этом расширение промежуточных звеньев неизбежно, если даже потенциальные запасы массовых ресурсов достаточно велики и до конца не исчерпаны.

*Общее соотношение нижних и верхних хозяйственных уровней.* Соотношение развития отдельных хозяйственных подразделений выражает общую структурную зрелость экономики. С одной стороны, оно определяется компенсирующими возможностями массовых ресурсов, с другой – внутренними требованиями комплекса отраслей, обеспечивающих ускоренное наращивание народнохозяйственного потенциала «качественных» ресурсов.

Даже при очень больших компенсирующих возможностях «массовых» ресурсов расширение самых нижних хозяйственных звеньев может происходить лишь до вполне определенных границ. Это связано с существованием некоторой предельной нормы интенсивности и глубины восходящих компенсирующих воздействий, выражающей требования качественной комплементарности (соответствия по степени однородности) ресурсов.

Ограничения глубины компенсирующих воздействий, регулирующие среднюю отдаленность взаимодействующих уровней, требуют их параллельного качественного созревания и предполагают относительно

синхронное перемещение взаимосвязанных подразделений с одного уровня на другой. Совершенствование качественной структуры экономики, возникновение новых хозяйственных уровней не могут происходить при сохранении прежнего состава соответствующих подразделений. В противном случае увеличение глубины компенсирующих воздействий сверх некоторой нормы резко усиливает отрицательный эффект соединения в общих хозяйственных рамках качественно разнородных элементов.

Для обозначения внутренних качественных изменений производства в пределах некоторого уровня  $\gamma$  народного хозяйства введем понятие технологического коэффициента  $T_\gamma$ . С увеличением глубины компенсирующих воздействий, направленных на уровень  $\gamma$ , технологический коэффициент начинает снижаться. Достижение предельной глубины компенсирующих воздействий (некоторой критической величины  $Z_\gamma$  в соотношении «качественных» и «массовых» ресурсов, потребляемых на уровне  $\gamma$ ) означает резкое ускорение этого снижения (рис. 1.26).

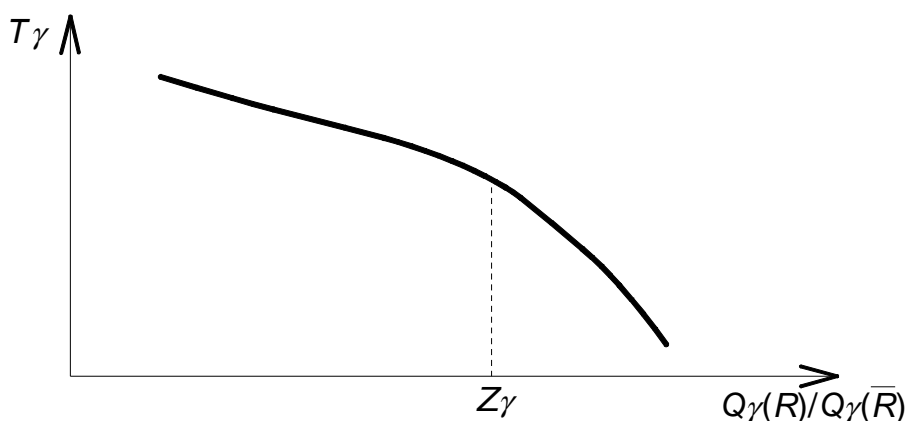


Рис. 1.26 – Эффект нарушения качественной комплементарности ресурсов

Из сказанного очевидно ограниченное при определенных условиях значение избыточных ресурсов для развития экономики. Как бы ни были велики компенсирующие возможности народного хозяйства, они лишь до известного момента способствуют ускоренному развитию передовых хозяйственных подразделений и общественного производства в целом.

*Понятие спроса.* Потребности отдельных отраслей в ресурсах определяются объективными факторами: положением той или иной отрасли в иерархической системе хозяйственных уровней и диктуемой сложившимися экономическими обстоятельствами интенсивностью их перемещения с одной качественной ступени на другую. Различия той качественной ступени, на которой находится в данный момент какое-либо подразделение, и ближайшего очередного уровня иерархии характеризуют тот предел, за который не могут выходить объективно обусловленные потребности этого подразделения в различного рода ресурсах.

Таким образом, спрос отдельных отраслей и подразделений ограничен некоторым достаточно жестким интервалом, и попытки выйти из него противоречат общим народнохозяйственным интересам. Роль плановых органов состоит в регламентации частного спроса в соответствии с требованиями, вытекающими из общего хода хозяйственного развития. С помощью планирования достигается соответствие между межуровневой структурой экономики и пропорциями в распределении ресурсов.

Представления отдельных хозяйственных подразделений о своих потребностях, ориентированные на сосредоточенные в более высоких иерархических уровнях ресурсы, могут не укладываться в естественный и наиболее эффективный с точки зрения общих целей развития ритм поэтапного созревания последовательно расположенных хозяйственных звеньев. Частный спрос на отдельные виды «качественных» ресурсов окажется в существенной мере не соответствующим тому этапу в межуровневых перемещениях, на котором находится данное подразделение.

Именно поэтому в определенной степени является справедливой оценка некоторых совокупностей заявок, предоставляемых ответственным органом со стороны хозяйственных организаций, как «завышенных», а сопутствующего неудовлетворенному спросу дефицита – как искусственного, мнимого.

Реальное неудовлетворение потребностей в ресурсах и реальный дефицит возникают в условиях несбалансированной экономики. Объективно необходимый качественный рост тех или иных подразделений не обеспечен в этом случае требуемыми сдвигами в системе распределения ресурсов. Возникающий при этом дефицит первоначально носит относительный характер. Он в основном касается качественных признаков ресурсов. Однако по мере углубления несбалансированности относительный дефицит перерастает в абсолютный, выражающийся в количественной нехватке ресурсов, нужных для поддержания пропорционального развития.

Наряду с жесткими ограничениями, в условиях которых формируется производственный спрос в многоуровневой экономике, отметим также наличие при этом определенных возможностей для выбора ресурсов. Свобода такого выбора для каждого подразделения существует в рамках того интервала, который определяется ближайшими перспективами его качественного роста. Степень платежеспособности спроса характеризует количественные ограничения для различных сочетаний вовлекаемых ресурсов. Однако эти сочетания не должны выходить за пределы предопределенного качественного диапазона. Использование стоимостных механизмов опосредует процесс выбора.

Регулирующее воздействие народнохозяйственного соотношения «качественных» и «массовых» ресурсов на положение того или другого хозяйственного подразделения проявляется не только в объективном

установлении ограничений на производственный спрос со стороны подразделений нижних уровней по отношению к подразделениям высших, но и в создании на стороне предложения таких условий, которые обеспечивают объективно необходимый размер качественных приращений.

*Межуровневые взаимодействия и разнотипные ресурсы.* Взаимодействия между различными хозяйственными уровнями, какого характера бы они ни были (компенсирующего или замещающего), предполагают участие в нем на каждой из качественных ступеней одновременно нескольких типов ресурсов  $\{R_i(I)\}$ . Если рассматривать производство в длительной перспективе, то за пределами текущего производства их набор сводится к исходным видам – рабочей силе, основным фондам, природным ресурсам, которые обозначим соответственно через  $R^L, R^K, R^N$ .

Как в процессах компенсации, так и замещения труд и фонды одного уровня заменяют, как правило, труд и фонды другого. Если происходят качественные изменения в какой-либо сфере использования преимущественно ручного труда, то он вытесняется не только машинами и механизмами, но и квалифицированной рабочей силой. И даже в том случае, когда непосредственное обслуживание машин не требует высокой квалификации, следует иметь в виду, что высококвалифицированный труд был применен при создании машин и непрерывно требуется при их текущей наладке, ремонтах и т. п.

Если  $R^L = \bar{R}^L + \underline{R}^L, R^K = \bar{R}^K + \underline{R}^K$ , то процесс замещения живого труда фондами выражается в замещении между  $\{\underline{R}^L, \underline{R}^K\}$  и  $\{\bar{R}^L, \bar{R}^K\}$ . При этом предельная норма замены

$$d = \left| \frac{\partial R^L}{\partial R^K} \right| = l_1 \left| \frac{\partial \underline{R}^K}{\partial \bar{R}^K} \right| + l_2 \left| \frac{\partial R^L}{\partial \bar{R}^K} \right| + l_3 \left| \frac{\partial R^L}{\partial \underline{R}^K} \right|,$$

$$d = \frac{\partial R^L}{\partial R^K} = \left| \frac{\partial R^L}{\partial (\underline{R}^K + \bar{R}^K)} \right| = \left| \frac{\partial R^L}{\partial \underline{R}^K} \right| \left( 1 + \frac{\partial \bar{R}^K}{\partial \underline{R}^K} \right) + \left| \frac{\partial R^L}{\partial \bar{R}^K} \right| \left( 1 + \frac{\partial \underline{R}^K}{\partial \bar{R}^K} \right), \quad (1.31)$$

где первый член выражает замену «массовых» фондов качественными их видами, второй – замену труда обычными видами фондов и последний – более совершенными.

Вместе с тем очевидно, что на первых этапах индустриализации и даже позднее разнотипные ресурсы распределены неравномерно между различными хозяйственными уровнями. «Массовые» ресурсы нижних звеньев представлены прежде всего трудом, тогда как основные фонды сосредоточены на относительно более высоких ступенях иерархии. Более того, чем выше хозяйственный уровень, чем меньшую роль на этом уровне играют компенсирующие усилия, направленные из низших звеньев, тем больший удельный вес здесь в определенный период экономического

развития имеют основные фонды. Изменение качественной структуры экономики в этот период выражается как в перемещении отдельных подразделений с одного хозяйственного уровня на другой, так и в сопровождающем такого рода перемещении повышении удельного веса основных фондов.

Изменение качественной структуры хозяйства на определенном этапе развития предстает, таким образом, в виде общего сдвига в экономике в пользу основных фондов, повышения фондовооруженности производства и замещения труда основными фондами. Необходимо отметить, что замещение труда фондами – это лишь один из аспектов изменений в экономике, вторичное явление, которое отражает некоторые черты происходящих процессов, но не описывает их полностью. Оно подводит итог таким процессам, как снижение роли компенсирующих эффектов, основанных на широком применении ручного или слабо механизированного труда, замещение ресурсов низших звеньев ресурсами более высокого качественного уровня и связанное с ним перемещение отдельных хозяйственных подразделений с одной иерархической ступени на другую.

Отражение процессов экономического роста через соотношение труда и основных фондов имеет определенные преимущества с точки зрения экономических измерений и экономико-статистического анализа. Основная трудность, которая при этом остается, – устранение качественных различий во внутреннем составе труда и основных фондов. Однако даже при успешном элиминировании косвенный характер, состоящий в агрегировании итогов межуровневых сдвигов, сохраняется.

На стадии индустриализации замещающее воздействие верхних уровней на нижние выражается в последовательном исчезновении основных зон применения ручного труда. Смена технологий на этом этапе экономического развития получила название трудоэкономящего технического прогресса. Однако нельзя свести к экономии труда все межуровневые взаимодействия этого периода развития. Если характер взаимодействия верхних уровней с самыми нижними в известной мере оправдывает этот термин, то по нисходящей линии – от самых верхних к промежуточным – уже на начальных этапах структурных изменений в экономике оно в значительной мере направлено как на экономию труда, так и на экономию основных фондов.

Этапу, который отвечает представлениям о трудоэкономящем техническом прогрессе, соответствует минимальная величина  $\partial \underline{R}^K / \partial \bar{R}^K$  и максимальная  $\partial \underline{R}^L / \partial \underline{R}^K$  в (1.31). По мере совершенствования параметров экономики сокращение масштабов компенсирующего эффекта, создаваемого повышенными затратами рабочей силы в нижних и средних хозяйственных звеньях, изменение самого характера этих звеньев, их взаимодействие в процессе замещения в меньшей мере основано на разном соотношении труда и основных фондов на каждом уровне и в большей – на



разнокачественном характере обоих видов ресурсов, на замещении труда и фондов одного качественного уровня трудом и фондами другого. В литературе этот этап рассматривается как переход от трудоэкономящего технического прогресса к фондоэкономящему. Такому этапу соответствует максимизация  $\partial \underline{R}^K / \partial \bar{R}^K$  и  $\partial R^L / \partial \bar{R}^K$  в (1.31).

Деление этапов и форм технического прогресса на трудо- и фондоэкономящие исходит в основном из характера и последовательности развития процессов замещения, в то же время оно игнорирует процессы компенсации и порожденные ими формы развития технологии. В тот же исторический период, когда эффект процессов замещения выражается в существенной экономии живого труда, компенсирующие воздействия осуществляются в форме широкого распространения таких технологий, в цели которых входит экономия «качественных» ресурсов с акцентом на некоторые виды основных фондов.

*Признаки экстенсивного и интенсивного развития.* Развитие экономики, вступившей на путь структурных преобразований, не может быть охарактеризовано однозначно с позиций только интенсивного или экстенсивного типов воспроизводства. Изменение хозяйственных приоритетов, перемещения подразделений с низших уровней на более высокие – все это элементы интенсивного развития. Однако существует ряд признаков, по которым можно судить о преобладании того или другого типа развития. Остановимся сначала на том, что свидетельствует о высоком удельном весе элементов экстенсивного роста.

На начальных этапах структурных преобразований темпы технического прогресса и качественный рост производств нижних уровней ограничены относительно незначительными масштабами развития верхних. Интенсивность замещающих воздействий в этот период не может быть высокой, что является прямым следствием разрыва в масштабах производства, характеризующих верхние и нижние звенья хозяйственной системы. В дальнейшем при сокращении этого разрыва интенсивность замещающих воздействий в существенной мере зависит от того, насколько внутренне замкнутым является развитие верхних звеньев, от тех пропорций, в которых прирост «качественных» ресурсов распределяется между верхними и нижними уровнями, или от жесткости хозяйственных приоритетов. При низкой интенсивности замещающих воздействий, порождаемых на верхних уровнях, расширяются замещающие функции средних уровней. В межуровневых воздействиях, направленных от средних уровней к низшим, наряду с замещающим содержится существенный компенсирующий эффект. В результате структурные изменения в экономике выражаются в ускоренном развитии средних уровней и особенно в развитии подразделений нижнего промежуточного уровня, находящегося ближе к основанию хозяйственной пирамиды. В таком случае, хотя качественный рост экономики имеет место и все звенья переместились на определенное число градаций вверх, расширение

нижней части промежуточных звеньев может достигнуть такой степени, что «центр тяжести», характеризующий среднюю меру технического развития всей хозяйственной системы, после очередного структурного сдвига не только не переместится вверх, но даже останется на прежнем месте или сместится вниз. Тогда в экономике налицо технический прогресс, но преобладающий в средних звеньях системы. Именно такая форма экономического развития может быть названа экстенсивной.

Проиллюстрируем сказанное с помощью рис. 1.27. На нем сплошными линиями обозначено распределение общего объема производства в моменты  $t$  и  $t+\tau$  с межхозяйственными уровнями  $S_1, \dots, S_\omega$ . Кривая  $S_1(t+\tau)S_\omega(t+\tau)$  показывает относительно большее увеличение объемов производства на средних и нижних уровнях,  $S_1(t)S_\omega(t+\tau)$  – возможное распределение объема производства между хозяйственными уровнями при их равномерном росте. Кривые, проведенные крупным пунктиром, отражают соотношение средних качественных характеристик (технологических коэффициентов) отдельных уровней в моменты  $t$  и  $t+\tau$ .

Средний показатель технического развития народного хозяйства  $T = (T_\gamma S_\gamma) / \sum_{\gamma=1}^{\omega} S_\gamma$  в момент  $t$  совпадает с технической характеристикой одного из уровней (на графике отмечена точкой  $T$ ). Если бы в экономике не произошло усиления компенсирующих процессов, что соответствует кривой  $S_1(t+\tau)S_\omega(t+\tau)$ , то средний уровень технического развития экономики возрос бы и переместился в точку  $T(t+\tau)'$ . В действительности качественный центр тяжести определяется прежним показателем  $T(t+\tau)=T$  в связи с отмеченным изменением межуровневых пропорций.

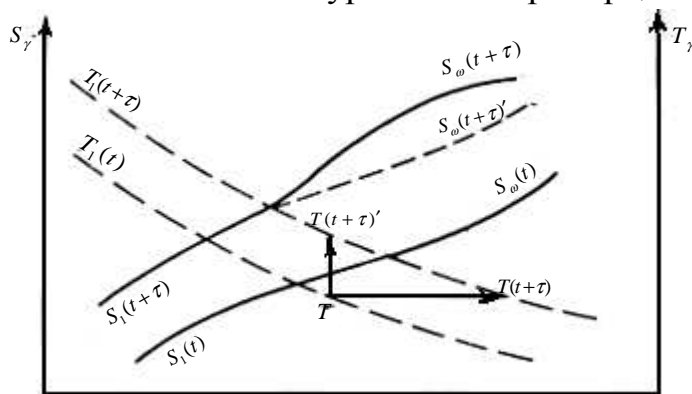


Рис. 1.27 – Взаимосвязь межуровневого распределения ресурсов и среднего уровня технического развития экономики

Если в наиболее общей и достаточно грубой форме суммировать различия между экстенсивными и интенсивными типами развития, то экстенсивным следует считать такой, при котором темпы расширения хозяйственных уровней, находящихся ниже качественного центра тяжести системы, превышают темпы расширения хозяйственных уровней, лежащих выше него. Для интенсивного типа развития характерно обратное соотношение.

*Темпы экономического роста и структурные изменения.* Темпы экономического роста тесно связаны с используемыми в хозяйстве методами структурных изменений экономики. В известном смысле их характер является первичным, а общие темпы развития экономики – вторичным, производным от того способа, с помощью которого осуществляются структурные сдвиги в народном хозяйстве. Механизм формирования темпов роста целесообразно анализировать с точки зрения взаимодействия верхних хозяйственных уровней с остальной частью экономики. Рассмотрим основные особенности распределения ресурсов, воспроизводимых на верхних уровнях. Прирост ресурсов высших рангов распадается на три части: а) связанную с автономным внеэкономическим спросом; б) удовлетворяющую потребности внутреннего развития верхних уровней; в) направляемую в нижние звенья как средство их качественного роста. Величина второй и третьей частей зависит от нормы автономного спроса, а также от итога их взаимного «давления» друг на друга. Распределение «качественных» ресурсов между внутренним потреблением и потоками, выходящими за пределы верхних уровней, определяется прежде всего тем темпом, который поддерживается при их расширении. Однако такой темп имеет максимальные границы, регулируемые либо исчерпанностью «массовых ресурсов», либо (при их избытке) достижением предельной глубины компенсирующих воздействий, за пределами которой существенно нарушается принцип качественной комплементарности. Снижение темпов роста внутреннего потенциала подразделений верхних уровней позволяет увеличить долю ресурсов, формирующих нисходящие замещающие потоки. При этом ускоряются качественные сдвиги, глубина компенсирующих воздействий сокращается, а замещающих – увеличивается.

Очевидно, максимально напряженному и ослабленному режимам наращивания внутреннего потенциала верхних уровней соответствуют резко различающиеся народнохозяйственные коэффициенты компенсации.

До тех пор, пока общие масштабы производства таковы, что «массовые» ресурсы полностью не использованы, экономика имеет возможность развиваться высокими темпами, отражающими как быстрый рост конечных результатов производства, так и повышение компенсационных затрат. Такие темпы могут быть достаточно устойчивыми ввиду амортизирующей роли потенциальных «массовых» ресурсов в отношении замыкающих подразделений. После того как общественное производство достигает масштабов, когда в него вовлекается основная часть потенциальных «массовых» ресурсов, темпы роста неизбежно снижаются. Сокращаются темпы наращивания производственного потенциала верхних звеньев ввиду относительного увеличения нисходящих замещающих потоков. Уменьшается импульс со стороны верхних уровней, побуждающий к количественному расширению нижележащих звеньев. Сближается качественный ранг ресурсов верхних и нижних уровней. Сокращаются дополнительные затраты в связи с

повышением коэффициента компенсации и степени качественной комплементарности ресурсов.

В итоге общий темп экономического роста можно рассматривать как результат одновременного действия следующих факторов:

1) величины импульса, создаваемого верхними уровнями для развития всей экономики;

2) значения коэффициента компенсации, характеризующего степень ускорения развития нижних звеньев вследствие межуровневого взаимодействия;

3) величины дополнительных затрат в связи с изменением уровня качественной комплементарности соединяемых ресурсов. Как было показано, влияние названных факторов тесно взаимосвязано.

Если  $\Delta \bar{R}$  – величина прироста «качественных» ресурсов в экономике, то для собственных нужд верхних уровней направляется их часть  $Q_\alpha(\Delta \bar{R}) = \alpha \Delta \bar{R}$ . В нижние уровни соответственно поступает величина  $(1-\alpha)\Delta \bar{R} = \delta \bar{R}$ . Чем больше параметр  $\alpha$ , тем выше темпы роста верхних уровней  $S_\alpha$ . Одновременно с увеличением этого параметра уменьшается интенсивность замещающих воздействий  $I_1$  и их глубина  $G_1$  и растут интенсивность  $I_2$  и глубина  $G_2$  компенсирующих воздействий. В итоге происходит ускоренный (нелинейный) рост компенсирующих затрат  $\delta \underline{R}$ , который тем больше, чем ниже народнохозяйственный коэффициент компенсации  $q = \left| \partial \bar{R} / \partial \underline{R} \right|$  в связи с увеличением  $I_2$  и  $G_2$ , т. е.  $\partial q / \partial G_2 < 0$ ,  $\partial^2 q / \partial G_2^2 < 0$ .

При относительном избытке «массовых» ресурсов последовательность всех перечисленных взаимосвязей ведет к ускоренному повышению темпов экономического роста. Темпы роста экономики  $S = E(S_\alpha, \dots, S_\gamma, \dots, S_\omega)$  выражаются, таким образом, последовательной связью следующих возрастающих функций:  $S_\alpha = S(\alpha \Delta \bar{R})$ ,  $\delta \bar{R} = (1-\alpha)\Delta \bar{R}$ ,  $(I_1 G_1) = i(\delta \bar{R})$ ,  $(I_2 G_2) = g(I_1 G_1)$ ,  $q = q(I_2 G_2)$ ,  $\delta \underline{R} = p(q)$ ,  $\Delta R = \Delta \bar{R} + \delta \underline{R}$ ,  $S = S(\Delta R)$ , отражающих ситуацию, когда  $\Delta \bar{R}$  – величина заданная и «массовые» ресурсы  $\underline{R}$  относительно избыточны. В систему зависимостей не включено влияние ухудшения условий качественной комплементарности ресурсов, которое также требует дополнительных затрат и выражается в повышении роста экономики. Рассмотренные зависимости означают, что при переходе к политике ускоренного качественного роста экономики, сопровождающейся ограничениями в использовании компенсирующего эффекта, могут существенно снижаться общие темпы роста производства, что, однако, не свидетельствует о столь же резких ограничениях в реализации основных целевых установок народного хозяйства.

Если  $\acute{\alpha} = Q_\alpha(\bar{R}) / \bar{R}$  – сложившаяся норма потребления «качественных» ресурсов на высших хозяйственных уровнях, то

зависимость темпов роста экономики от изменения этого параметра будет выглядеть, как показано на рис. 1.28. Следовательно, экономический рост – это, в первую очередь, не количественное расширение производства, а процесс изменения состава ресурсов с постоянным выделением качественно новых элементов. Количественное расширение производства – результат качественных изменений. Его темпы определяются соотношением ресурсов на разных хозяйственных уровнях, необходимостью приведения их во взаимное соответствие путем усиления или ослабления соответствующих компенсирующих или замещающих воздействий.

*Проблемы сбалансированности.* Сбалансированное развитие многоуровневой экономики предполагает постоянное соответствие между пропорциями распределения ресурсов в верхних хозяйственных звеньях и степенью необходимой качественной трансформации подразделений нижних уровней, которое достигается благодаря постоянному изменению системы приоритетов, постепенному повышению квоты подразделений нижних уровней. Нарушение отмеченного соответствия может быть результатом чрезмерной напряженности развития. Поддержание темпов расширения верхних звеньев экономики, превышающих некоторую объективно возможную в данных экономических условиях норму, выражается в выделении слишком высокой доли «качественных» ресурсов для увеличения производственного потенциала этих звеньев. Одновременно ограничивается доля ресурсов, направляемая на цели замещения. В этом случае система приоритетов, которая не отвечает реальным потребностям структурных сдвигов, консервируется или же изменяется в нужном направлении недостаточно интенсивно. Расширение же замыкающих хозяйственных звеньев на прежней технической основе может быть связано с трудностями ввиду исчерпания ближайших по качественным характеристикам резервов потенциальных «массовых» ресурсов.

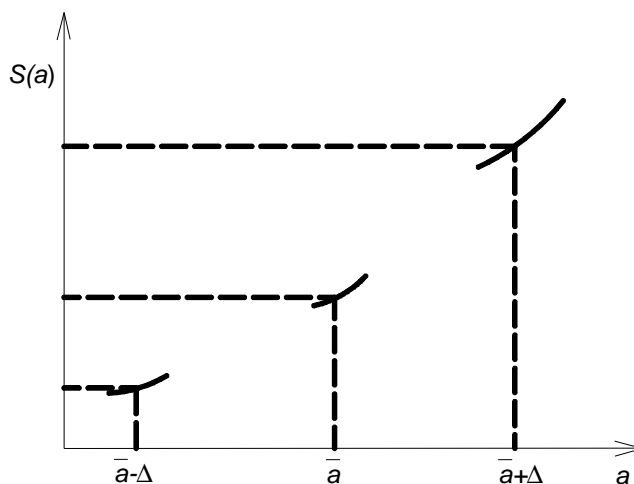


Рис. 1.28 – Взаимосвязь пропорций в распределении «качественных» ресурсов и темпов экономического роста

Достижение необходимых объемов продукции в замыкающих хозяйственных звеньях становится возможным только за счет снижения качественного уровня производства по сравнению с тем, который уже достигнут. Требуемый объем производства обеспечивается привлечением некоторых видов потенциальных ресурсов, уже давно исключенных из экономического оборота и отличающихся сравнительно низкими качественными признаками, либо за счет ухудшения уже сложившихся технологий или даже нарушения технологических режимов.

В описываемой ситуации налицо смещение вниз по шкале качественных градаций тех хозяйственных подразделений, которые формируют нижние хозяйственные уровни. Снижение вслед за этим качественного ранга восходящих потоков означает, что в той или иной мере подобное имеет место во всех вышерасположенных звеньях. Таким образом, происходит некоторое качественное изменение всей хозяйственной системы, включая самые привилегированные подразделения, которое выражается как в прямом падении качественных характеристик производства и продукции, так и в замедлении их роста – в зависимости от степени сбалансированности народного хозяйства.

Несмотря на то, что источником напряженности может быть повышенный спрос в верхних звеньях экономики, вследствие того, что этот спрос с помощью компенсирующих механизмов передается вниз от одного хозяйственного уровня к другому, он аккумулируется в конечном итоге на нижних уровнях. В результате несбалансированность экономики связана с такими неадекватными объективными потребностями хозяйства, как распределение ограниченных «качественных» ресурсов, которое прежде всего проявляется в резком повышении спроса на «массовые» ресурсы.

Планомерное возвращение к сбалансированному развитию требует пересмотра сложившейся системы приоритетов. Ограничение ресурсов, выделяемых для верхних уровней, и за счет этого – расширение процессов замещения в нижних хозяйственных звеньях позволяют достигнуть равновесия во взаимообусловленном использовании разнокачественных ресурсов.

Сегодня имеются сложные зависимости между структурой капитала строительных организаций и финансовыми результатами, которых достигают эти организации в практической деятельности. Но те из них, кто уделяет внимание обеспечению предприятия ресурсами, их своевременной оплате, вопросам совершенствования методов и форм организации бизнеса, внимателен к достижениям инновационных технологий и строит свою деятельность, опираясь на проектно-ориентированный подход, – имеют явные преимущества.

Перспективным прогнозным направлением дальнейших исследований является формирование факторного пространства, определение весомости факторов и построение экономико-математических моделей для дальнейшего отбора и решения поставленных задач с помощью ПЭВМ.

### 1.4.2. Оптимизация параметров распределения ресурсов

#### А. Формы представления потребности в ресурсах

Наиболее целесообразной формой аналитического выражения функции распределения ресурсов является

$$R_{jk}^{\mu} = \sum_{\mu=1}^{\mu} (S_{jk}^{\mu+1} - S_{jk}^{\mu-1}) \psi(t - t_{\mu}), \quad (1.32)$$

где  $\psi(t)$  – функция Хэвисайда, имеющая следующие значения:

$$\psi(t - t_{\mu}) = \begin{cases} 1 & \text{иначе } t \geq t_{\mu}; \\ 0 & \text{иначе } t < t_{\mu}. \end{cases} \quad (1.33)$$

За пределами планируемого периода значения  $R_{jk}^{\mu}$  равны:

$$R_{jk}^0 = R_{jk}^{\mu+1} = 0. \quad (1.34)$$

Рассмотрим гибкость выражения функции распределения ресурсов на конкретном примере. С этой целью выберем исходную функцию  $S_{jk}^{\mu+1}$  с конечным числом временных интервалов. В качестве такой функции может служить график, приведенный на рис. 1.29.



Рис. 1.29 – График распределения ресурса во времени

Временная ось графика разбита на семь интервалов  $\mu = \overline{1,7}$ . Каждый интервал имеет соответствующее начало и окончание.

Например, первый интервал  $\mu = I$  начинается от  $t_0$  до  $t_1$ , второй интервал – от  $t_1$  до  $t_2$  и т. д. Показатели ресурсов выразим как

$$S_{jk} = \begin{cases} 0 & \text{if } -\infty < t_\mu < t_0; \\ S_{jk}^1 & \text{if } t_0 \leq t_\mu < t_1; \\ S_{jk}^2 & \text{if } t_1 \leq t_\mu < t_2; \\ S_{jk}^3 & \text{if } t_2 \leq t_\mu < t_3; \\ S_{jk}^4 & \text{if } t_3 \leq t_\mu < t_4; \\ S_{jk}^5 & \text{if } t_4 \leq t_\mu < t_5; \\ S_{jk}^6 & \text{if } t_5 \leq t_\mu < t_6; \\ S_{jk}^7 & \text{if } t_6 \leq t_\mu < t_7; \\ 0 & \text{if } t_7 < t_\mu < +\infty. \end{cases} \quad (1.35)$$

Теперь выполним некоторые графические построения, а именно: проведем параллельно оси абсцисс линии постоянных значений ресурсов до пересечения с осью ординат.

Тогда:

1. Первый минимум функции  $S_{jk}^7$  является постоянным в течение всего планируемого периода  $t_7$ .

2. Второй минимум функции, равный  $S_{jk}^1$ , сохраняет свое значение на временном интервале  $t_6$ .

3. Третий минимум функции  $S_{jk}^4$  является постоянным значением на временном интервале  $[t_1, t_6]$ .

4. Четвертый минимум функции  $S_{jk}^6$  сохраняет свое значение на временных интервалах  $[t_1, t_4]$  и  $[t_4, t_6]$ .

5. Пятый минимум функции  $S_{jk}^5$  является постоянным на временных интервалах  $[t_1, t_3]$  и  $[t_4, t_5]$ .

6. Шестой минимум функции  $S_{jk}^2$  сохраняет свое значение на временном интервале  $[t_1, t_3]$ .

7. Последний минимум функции  $S_{jk}^3$  является постоянным только на временном интервале  $[t_2, t_3]$ .

В этой связи появляется возможность расположить все постоянные значения функции распределения ресурсов во времени в порядке их возрастания. При этом сохраняется вся последовательность временных интервалов, в пределах которых указанные минимумы функции имеют постоянные значения.



Аналитически такую процедуру представим в виде неравенств:

$$S_{jk}^7 < S_{jk}^1 < S_{jk}^4 < S_{jk}^6 < S_{jk}^5 < S_{jk}^2 < S_{jk}^3. \quad (1.36)$$

Весь расчет по представлению распределения ресурсов в аналитической форме заключается в последовательном применении к каждому члену образованного ряда функции распределения ресурсов. Причем при каждом последующем шаге приравниваются к нулю те значения, к которым формула применялась ранее.

Следовательно, процесс расчета следующий:

*I шаг.*  $S_{jk}^7$  является первым минимумом распределения ресурса.

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^1 = S_{jk}^7 [\psi(t) - \psi(t - t_7)]. \quad (1.37)$$

Определяется временной интервал, в течение которого

$$7 \tau_1 = t - (t - t_7) = t_7. \quad (1.38)$$

*II шаг.*  $S_{jk}^1$  является вторым минимумом распределения ресурса.

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^2 = S_{jk}^1 [\psi(t) - \psi(t - t_6)]. \quad (1.39)$$

Определяется временной интервал, в течение которого  $S_{jk}^2 = \text{const}$ .

$$\tau_1 = t - (t - t_6) = t_6. \quad (1.40)$$

*III шаг.*  $S_{jk}^4$  является третьим минимумом распределения ресурсов:

$$S_{jk}^7 = 0. \quad (1.41)$$

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^3 = S_{jk}^4 [\psi(t) - \psi(t - t_6)]. \quad (1.42)$$

Определяется временной интервал, в течение которого  $S_{jk}^4 = \text{const}$ :

$$\tau_1 = (t - t_1) - (t - t_6) = t_6 - t_1. \quad (1.43)$$

*IV шаг.*  $S_{jk}^6$  является четвертым минимумом распределения ресурсов:

$$S_{jk}^7 = 0, \quad S_{jk}^1 = 0, \quad S_{jk}^4 = 0. \quad (1.44)$$

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^4 = S_{jk}^6 [\psi(t - t_1) - \psi(t - t_3)] + S_{jk}^6 [\psi(t - t_4) - \psi(t - t_6)]. \quad (1.45)$$

Определяются временные интервалы, в течение которых

$$\tau_4 = [(t - t_1) - (t - t_3)] + [(t - t_4) - (t - t_6)] = (t_3 - t_1) + (t_6 - t_4). \quad (1.46)$$

*V шаг.*  $S_{jk}^5$  является пятым минимумом распределения ресурсов:

$$S_{jk}^7 = 0, \quad S_{jk}^1 = 0, \quad S_{jk}^4 = 0, \quad S_{jk}^6 = 0. \quad (1.47)$$

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^5 = S_{jk}^5 [\psi(t - t_1) - \psi(t - t_3)] + S_{jk}^5 [\psi(t - t_4) - \psi(t - t_5)]. \quad (1.48)$$

Определяется временной интервал, в течение которого  $S_{jk}^5 = \text{const}$  :

$$\tau_5 = [(t - t_1) - (t - t_3)] + [(t - t_4) - (t - t_5)] = (t_3 - t_1) + (t_5 - t_4). \quad (1.49)$$

VI шаг.  $S_{jk}^2$  является шестым минимумом распределения ресурсов:

$$S_{jk}^7 = 0, \quad S_{jk}^1 = 0, \quad S_{jk}^4 = 0, \quad S_{jk}^6 = 0, \quad S_{jk}^5 = 0. \quad (1.50)$$

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^6 = S_{jk}^2 [\psi(t - t_1) - \psi(t - t_3)]. \quad (1.51)$$

Определяется временной интервал, в течение которого

$$\tau_6 = [(t - t_1) - (t - t_3)] = t_3 - t_1. \quad (1.52)$$

VII шаг.  $S_{jk}^3$  является последним минимумом распределения ресурсов:

$$S_{jk}^7 = 0, \quad S_{jk}^1 = 0, \quad S_{jk}^4 = 0, \quad S_{jk}^6 = 0, \quad S_{jk}^5 = 0, \quad S_{jk}^2 = 0. \quad (1.53)$$

Определяется значение ресурса:

$$R_{jk}^7 = S_{jk}^3 [\psi(t - t_2) - \psi(t - t_3)]. \quad (1.54)$$

Определяется временной интервал, в течение которого

$$\tau_7 = [(t - t_2) - (t - t_3)] = t_3 - t_2. \quad (1.55)$$

Следовательно, в результате расчета получено полное аналитическое описание графика распределения ресурсов во времени, приведенного на рис. 1.30.

#### Б. Расчет параметров распределения ресурсов

Потребность объекта в трудовых ресурсах, строительных машинах и механизмах и других технических ресурсах представлена в виде обобщающей функции  $S_j^\mu$  (рис. 1.31), отражающей потребность  $j$ -го вида ресурса в  $\mu$ -й период времени. При этом ресурс  $S_j^\mu$  состоит из  $k = \overline{1, n}$  типов (типоразмеров), градуированных по приоритету в порядке последовательности.

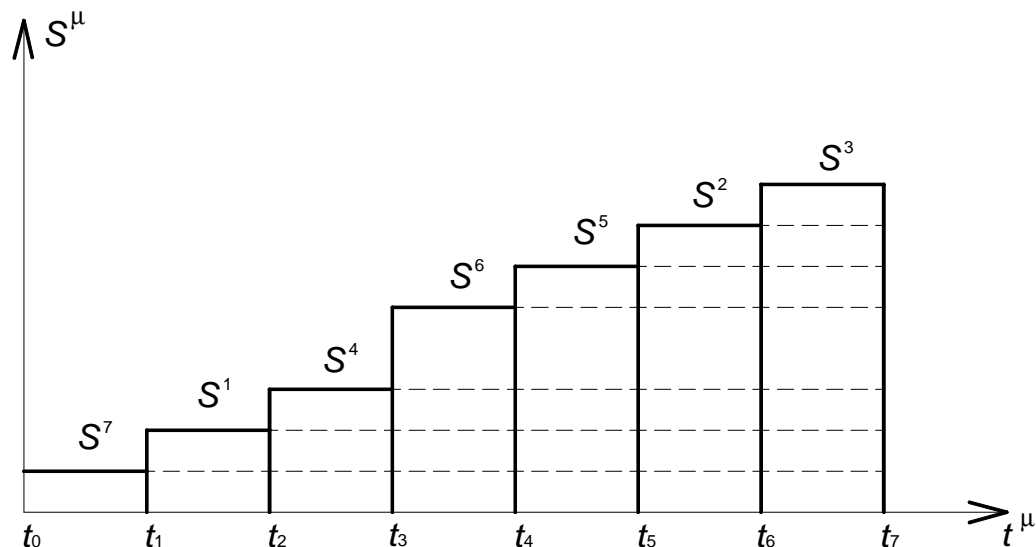


Рис. 1.30 – График распределения ресурсов во времени

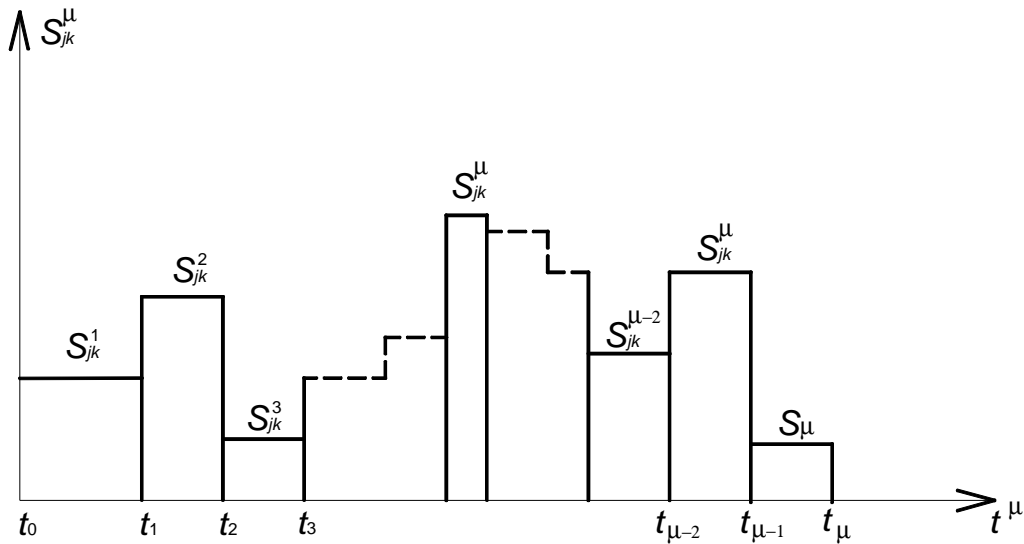


Рис. 1.31 – Обобщенная функция распределения ресурса во времени

### 1 этап. Определение параметров сочетаний ресурсов

*Итерация 1 ( $k = 1$ )*. Предположим, что ресурсы  $S_j^\mu$  будут полностью представлены на весь планируемый период времени  $t = t_i - t_0$  и освободившиеся их части в течение этого времени не будут перебазированы. Обозначим  $F_{j1}^\mu = S_{j1}^\mu$ . Изложенное условие соответствует сглаженной слева функции  $\bar{F}_{j1}^\mu$ . Сглаживание слева исходной функции  $F_{j1}^\mu$  осуществляется следующим рекуррентным способом:

$$\bar{F}_{j1}^\mu = F_{j1}^1; \quad \bar{F}_{j1}^{\mu+1} = \max[F_{j1}^{\mu+1}, \bar{F}_{j1}^\mu]. \quad (1.56)$$

Полученное распределение отличается от исходного наличием в отдельные периоды времени освободившейся части или всего ресурса  $F_{j1}^\mu$ . Показатель освободившихся ресурсов

$$\eta_{j1}^\mu = \bar{F}_{j1}^\mu - F_{j1}^\mu. \quad (1.57)$$

Обозначим  $H_{j1}^\mu = \eta_{j1}^\mu$ .

Следовательно, ресурсы с количественным показателем  $H_{j1}^\mu$  могут в дальнейшем при технической возможности и экономической целесообразности использоваться как ресурсы следующих типов (типоразмеров).

*Итерация 2 ( $k = 2$ )*. Распределение ресурсов второго типа (типоразмера) определяется из условия, что часть этих ресурсов будет удовлетворяться свободными ресурсами первого типа (типоразмера)  $H_{j1}^\mu$ .

Поэтому определяемая функция распределения ресурсов для  $k = 2$  должна указывать на минимальное значение ресурсов, являющееся обязательно необходимым даже при возможности использования свободных ресурсов первого типа (типоразмера).

Значения такой функции будут равны

$$F_{j2}^{\mu} = \begin{cases} S_{j1}^{\mu} - H_{j1}^{\mu} & \text{if } S_{j2}^{\mu} \geq H_{j1}^{\mu}; \\ 0 & \text{if } S_{j2}^{\mu} < H_{j1}^{\mu}, \end{cases} \quad (1.58)$$

где  $F_{j2}^{\mu}$  – показатель минимально необходимых ресурсов второго типа (типоразмера) в  $t$ -й период времени.

В силу неравномерности изменения во времени функции  $S_{j2}^{\mu}$  ресурсы второго типа (типоразмера), так же как и ресурсы первого типа (типоразмера), в  $t_{\mu}$ -е периоды времени являются свободными. Если эти ресурсы будут оставлены для дальнейшего использования, то показатели распределения ресурсов второго типа (типоразмера) будут соответствовать сглаженной слева функции  $\hat{F}_{j2}^{\mu}$ .

Сглаживание слева функции производится согласно следующему рекуррентному правилу

$$\bar{F}_{j2}^{\mu} = F_{j2}^1; \quad \bar{F}_{j2}^{\mu+1} = \max[F_{j2}^{\mu+1}, \bar{F}_{j2}^{\mu}]. \quad (1.59)$$

Используя это выражение, определим показатель свободных ресурсов второго типа (типоразмера) в  $t_{\mu}$ -й период времени как

$$\eta_{j2(2)}^{\mu} = \begin{cases} \bar{F}_{j2}^{\mu} - S_{j2}^{\mu} & \text{if } \bar{F}_{j2}^{\mu} \geq S_{j2}^{\mu}; \\ 0 & \text{if } \bar{F}_{j2}^{\mu} < S_{j2}^{\mu}. \end{cases} \quad (1.60)$$

Как уже указывалось, часть ресурсов второго типа может быть удовлетворена свободными ресурсами первого типа. В этой связи количественный показатель ресурсов первого типа, используемых в качестве ресурсов второго типа, определяется через выражение

$$v_{j1(2)}^{\mu} = S_{j1}^{\mu} - \bar{F}_{j1}^{\mu} + \eta_{j2(2)}^{\mu}. \quad (1.61)$$

Таким образом, показатель оставшихся свободных ресурсов первого типа составит

$$\eta_{j1(2)}^{\mu} = H_{j1}^{\mu} - v_{j2(2)}^{\mu}. \quad (1.62)$$

Следовательно, суммарный показатель оставшихся неиспользованных свободных ресурсов первого и второго типов в  $t_{\mu}$ -й период времени будет равен

$$H_{j2}^{\mu} = \eta_{j1(2)}^{\mu} + \eta_{j2(2)}^{\mu}. \quad (1.63)$$

Ресурсы  $H_{j2}^{\mu}$  могут быть в дальнейшем использованы в  $t_{\mu}$ -й период времени в качестве ресурсов с более низким приоритетом.

*Итерация 3 ( $k = 3$ ).* Определим для каждого  $t_{\mu}$ -го периода времени минимальное значение ресурсов третьего типа при условии, что часть ресурсов  $S_{j3}^{\mu}$  будет удовлетворяться за счет свободных ресурсов  $H_{j2}^{\mu}$ .

Такие значения находятся с помощью следующего выражения:

$$F_{j3}^{\mu} = \begin{cases} S_{j3}^{\mu} - H_{j2}^{\mu} & \text{if } S_{j3}^{\mu} \geq H_{j2}^{\mu}; \\ 0 & \text{if } S_{j3}^{\mu} < H_{j2}^{\mu}. \end{cases} \quad (1.64)$$

Функция  $F_{j3}^{\mu}$  является кусочно-постоянной и имеет несколько локальных максимумов. В этой связи в  $t_{\mu}$ -е периоды времени часть ресурса (или полностью)  $S_{j3}^{\mu}$  становится свободной. Если эти ресурсы будут использованы, то функция распределения принимает вид сглаженной слева исходной функции

$$\bar{F}_{j3}^{\mu} = F_{j3}^{\mu}; \quad \bar{F}_{j3}^{\mu+1} = \max[F_{j3}^{\mu+1}, \bar{F}_{j3}^{\mu}]. \quad (1.65)$$

При этом показатель свободных ресурсов третьего типа в  $t_{\mu}$ -й период времени составит:

$$\eta_{j3(3)}^{\mu} = \begin{cases} \bar{F}_{j3}^{\mu} - S_{j3}^{\mu} & \text{if } \bar{F}_{j3}^{\mu} \geq S_{j3}^{\mu}; \\ 0 & \text{if } \bar{F}_{j3}^{\mu} < S_{j3}^{\mu}. \end{cases} \quad (1.66)$$

Так как часть ресурсов третьего типа будет удовлетворяться свободными ресурсами сначала второго, а затем первого типа согласно приоритету, то показатель общей величины последних составит:

$$v_{j2(3)}^{\mu} = S_{j3}^{\mu} - \bar{F}_{j3}^{\mu} + \eta_{j3(3)}^{\mu}. \quad (1.67)$$

Оставшиеся от этой процедуры свободные ресурсы второго типа (типоразмера) будут иметь следующий показатель:

$$\eta_{j2(3)}^{\mu} = \begin{cases} \eta_{j2(2)}^{\mu} - v_{j1,2(3)}^{\mu} & \text{if } \eta_{j2(2)}^{\mu} \geq v_{j1,2(3)}^{\mu}; \\ 0 & \text{if } \eta_{j2(2)}^{\mu} < v_{j1,2(3)}^{\mu}. \end{cases} \quad (1.68)$$

Следовательно, показатель свободных ресурсов второго типа, используемых в качестве ресурсов третьего типа:

$$v_{j2(3)}^{\mu} = \eta_{j2(2)}^{\mu} - \eta_{j2(3)}^{\mu}. \quad (1.69)$$

После определения значений  $v_{j2(3)}^{\mu}$  перейдем к рассмотрению возможности использования свободных ресурсов первого типа в качестве ресурсов третьего типа. Показатель таких ресурсов находится с помощью следующего выражения:

$$v_{j1(3)}^{\mu} = v_{j1,2(3)}^{\mu} - v_{j2(3)}^{\mu}. \quad (1.70)$$

При этом оставшиеся свободные ресурсы первого типа после проведенной операции составят:

$$\eta_{j1(3)}^{\mu} = \eta_{j1(2)}^{\mu} - v_{j1(3)}^{\mu}. \quad (1.71)$$

Таким образом, показатель свободных ресурсов первого, второго и третьего типов после изложенного этапа расчета будет равен

$$H_{j3}^{\mu} = \eta_{j1(3)}^{\mu} + \eta_{j2(3)}^{\mu} + \eta_{j3(3)}^{\mu}. \quad (1.72)$$

Ресурсы  $H_{j3}^{\mu}$  могут быть рекомендованы для дальнейшего

использования как ресурсы четвертого и других типов.

*Итерация I (k = l).* Распределение ресурсов *l*-го типа находится для условия, что часть (или полностью) ресурсов этого типа будет удовлетворяться свободными ресурсами с более высоким или равным приоритетом. Реализация этого условия осуществляется через следующую процедуру:

$$F_{jl}^{\mu} = \begin{cases} \eta_{jl}^{\mu} - v_{j,l-1}^{\mu} & \text{ï ðè } \eta_{jl}^{\mu} \geq v_{j,l-1}^{\mu}; \\ 0 & \text{ï ðè } \eta_{jl}^{\mu} < v_{j,l-1}^{\mu}, \end{cases} \quad (1.73)$$

где  $F_{jl}^{\mu}$  – показатель минимально необходимых ресурсов *l*-го типа (типоразмера) в  $t_{\mu}$ -й период времени.

Если ресурсы  $F_{jl}^{\mu}$  независимо от степени их освобождения будут оставлены до окончания всего планируемого периода времени  $t_{\mu}$ , то функция их распределения будет соответствовать сглаженной слева функции  $\bar{F}_{jl}^{\mu}$  (рис. 1.32). Сглаживание слева функции  $F_{jl}^{\mu}$  производится следующим образом:

$$\bar{F}_{jl}^{\mu} = F_{jl}^1; \quad \bar{F}_{jl}^{\mu+1} = \max[F_{jl}^{\mu+1}, \bar{F}_{jl}^{\mu}]. \quad (1.74)$$

Показатель свободных ресурсов *l*-го типа

$$\eta_{jl(l)}^{\mu} = \begin{cases} \bar{F}_{jl}^{\mu} - S_{jl}^{\mu} & \text{ï ðè } \bar{F}_{jl}^{\mu} \geq S_{jl}^{\mu}; \\ 0 & \text{ï ðè } \bar{F}_{jl}^{\mu} < S_{jl}^{\mu}. \end{cases} \quad (1.75)$$

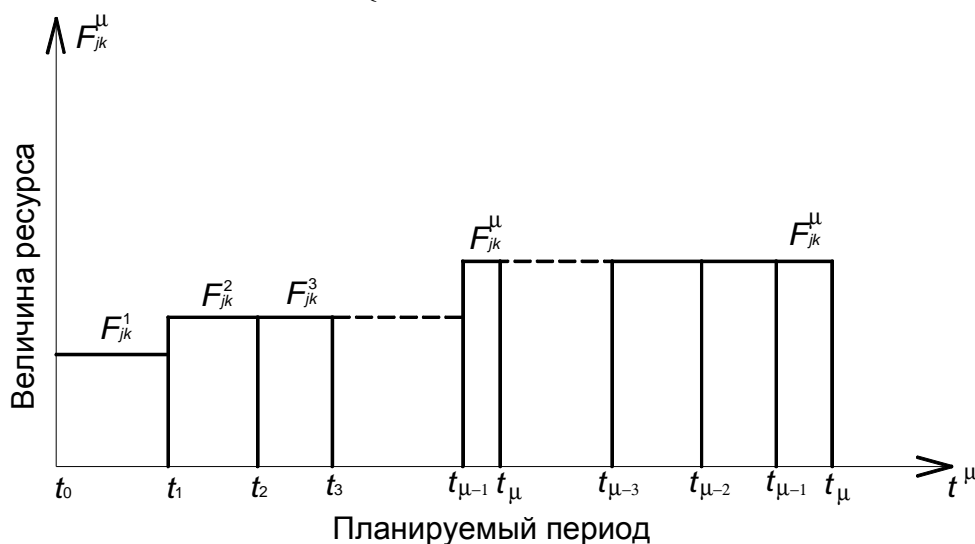


Рис. 1.32 – Распределение ресурса  $\bar{F}_{jk}^{\mu}$  (сглаживание слева)

В выражении учтена возможность применения свободных ресурсов с более высоким или равным приоритетом в качестве ресурсов *l*-го типа (типоразмера).

Конечное значение таких ресурсов имеет следующий вид:

$$v_{j,1,\dots,l-1(l)}^{\mu} = S_{jl}^{\mu} - \bar{F}_{jl}^{\mu} + \eta_{jl(l)}^{\mu}. \quad (1.76)$$

Оставшиеся свободные ресурсы  $(l-1)$  типа, т. е. не включенные в значение  $v_{j,l,\dots,l-1(l)}^\mu$ , будут иметь следующий показатель:

$$\eta_{j,l-1}^\mu = \begin{cases} \eta_{j,l-1(l-1)}^\mu - v_{j,l,\dots,l-1(l)}^\mu \\ \text{ï ðè} \quad \eta_{j,l-1(l-1)}^\mu \geq v_{j,l,\dots,l-1(l)}^\mu; \\ \text{ï ðè} \quad \eta_{j,l-1(l-1)}^\mu < v_{j,l,\dots,l-1(l)}^\mu. \end{cases} \quad (1.77)$$

Таким образом, показатель ресурсов  $(l-1)$ -го типа, используемых в качестве ресурсов  $l$ -го типа, определяется через выражение

$$v_{j,l-1(l)}^\mu = v_{j,l-1(l-1)}^\mu - v_{j,l-1(l)}^\mu. \quad (1.78)$$

Поскольку показатель свободных ресурсов  $(l-1)$ -го типа (типоразмера)  $\eta_{j,l-1(l)}^\mu$  используемых в качестве ресурсов  $l$ -го типа, найдены, круг рассматриваемых ресурсов уменьшается и, следовательно, теперь можно определить суммарный показатель свободных ресурсов  $\bar{l}, l-1$  типов, которые могут использоваться как ресурсы  $l$ -го типа (типоразмера). Такой показатель равен

$$v_{j,l,\dots,l-2(l)}^\mu = v_{j,l,\dots,l-1(l)}^\mu - v_{j,l-1(l)}^\mu. \quad (1.79)$$

Свободные ресурсы первого типа (типоразмера), не использованные как ресурсы  $l$ -го типа (типоразмера), выражаются как

$$\eta_{j1(l)}^\mu = \eta_{j1(l-1)}^\mu - v_{j1(l)}^\mu. \quad (1.80)$$

Суммарный показатель оставшихся неиспользованных свободных ресурсов  $\bar{l}, k$  типов равен

$$\bar{I}^\mu = \sum \eta_{jk(l)}^\mu. \quad (1.81)$$

Расчет распределения во времени ресурса  $l$ -го типа повторяется аналогично расчету для всех последующих типов  $j$ -го вида (т. е. в порядке  $l = l+1$  до  $l = n$ ).

**II этап. Определение параметров фактического распределения ресурсов**

Так как ресурсы  $\eta_{jk(l)}^\mu$  являются совершенно свободными, то они, естественно, должны быть исключены из дальнейшего рассмотрения. Для этого из построенных функций  $\bar{F}_{jk(l)}^\mu$  вычтем соответствующие значения  $\eta_{jk(l)}^\mu$ :

$$N_{jk}^\mu = \bar{F}_{jk}^\mu - \eta_{jk(l)}^\mu. \quad (1.82)$$

Теперь предположим, что ресурсы будут предоставлены сразу в полном объеме, равном  $\max_{1 \leq \mu \leq M} N_{jk}^\mu$ .

В этом случае мы имеем распределение, соответствующее сглаженной справа функции  $\bar{N}_{jk}^\mu$ .

Сглаживание справа функции  $N_{jk}^\mu$  производится по следующему

правилу (рис.1.33).

$$\vec{N}_{jk}^{\mu} = N_{jk}^{\mu}; \quad (1.83)$$

$$\vec{N}_{jk}^{\mu-1} = \max[N_{jk}^{\mu-1}, \vec{N}_{jk}^{\mu}]. \quad (1.84)$$

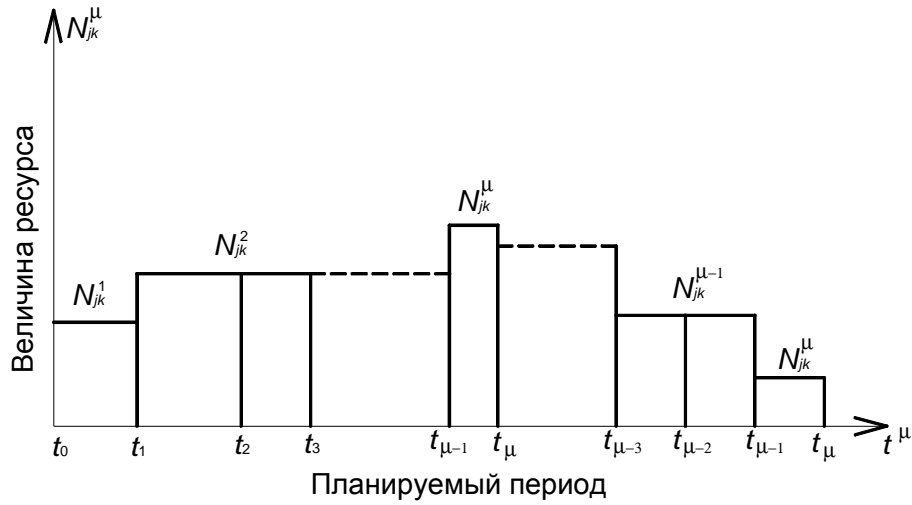


Рис. 1.33 – Распределение ресурса  $N_{jk}^{\mu}$  (сглаживание справа)

Основываясь на расчетах I этапа, запишем значения «фактических» ресурсов (рис. 1.34) как

$$\hat{O}_{jk}^{\mu} = \vec{F}_{jk}^{\mu} + \vec{N}_{jk}^{\mu} - \phi_{jk}, \quad (1.85)$$

$$\phi_{jk} = \max[\vec{F}_{jk}^{\mu}, \vec{N}_{jk}^{\mu}]. \quad (1.86)$$

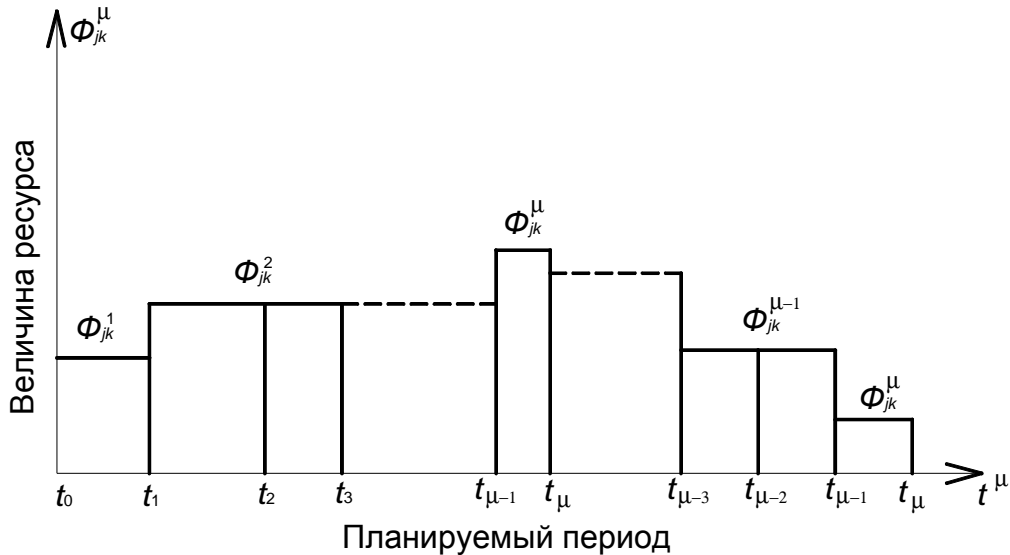


Рис. 1.34 – Распределение «фактического» ресурса  $\hat{O}_{jk}^{\mu}$

Таким образом, ресурсы могут подразделяться:

– на «собственные»  $F_{jk}^{\mu}$ , используемые в  $t_{\mu}$  период времени в соответствии с их функциональными и конструктивными характеристиками;

– «смещенные»  $L_{jk}^{\mu}$ , представляющие собой освободившиеся



ресурсы и используемые в качестве других типов ресурсов;

– «условно-свободные»  $u_{jk}^{\mu}$ , представляющие собой освободившиеся ресурсы, но которые будут необходимы на рассматриваемой строительной площадке в другой планируемый период;

– «свободные» ресурсы  $I_{jk}^{\mu}$ , представляющие собой освободившиеся ресурсы, которые не могут быть использованы в качестве «смещенных» или «условно-свободных» ресурсов.

В общем виде зависимость организационных компонентов ресурсов представляется как

$$S_{jk}^{\mu} = F_{jk}^{\mu} + L_{jk}^{\mu} + u_{jk}^{\mu} + I_{jk}^{\mu}. \quad (1.87)$$

Существующие в строительном производстве варианты сочетаний ресурсов сводятся к двум принципиальным схемам.

**Схема А (принцип заменяемости ресурсов).** Наиболее универсальной схемой ранжирования ресурсов по приоритету является схема, приведенная на рис. 1.35, а. По этой схеме определяется распределение «фактических» ресурсов сначала для типов с индексом «1», затем – «2» и т. д. до рассмотрения ресурсов с индексом « $n$ ». В составе «фактических» ресурсов (кроме последнего) содержатся «смещенные» ресурсы, последовательность определения которых производится от меньшего индекса к большему, так как затраты на ресурс меньшим индексом значительно меньше.

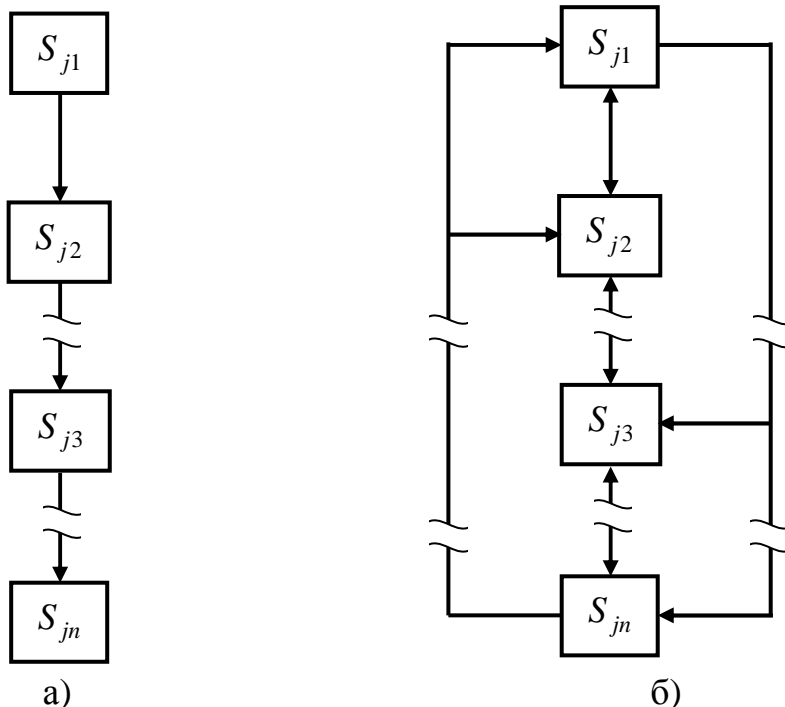


Рис. 1.35, а, б – Принципиальная схема заменяемости (а) и взаимозаменяемости ресурсов (б)

В практике может встретиться и обратная схема ранжирования ресурсов по индексу, в которой высшим является индекс « $n$ », а низшим –

индекс «1». Расчеты по такой схеме производятся аналогично расчетам по прямой схеме.

Теперь рассмотрим компоненты  $\vec{F}_{jk}^\mu, \vec{N}_{jk}^\mu, \varphi_{jk}$ , используемые для образования значений фактических распределений ресурсов  $\hat{O}_{jk}^\mu$ . Предположим, что

$$\varphi_{jk} = \vec{F}_{jk}^\mu, \quad (1.88)$$

тогда значения  $\hat{O}_{jk}^\mu$  определяются как

$$\hat{O}_{jk}^\mu = \vec{N}_{jk}^\mu. \quad (1.89)$$

Если же принять, что

$$\varphi_{jk} = \vec{N}_{jk}^\mu, \text{ то } \hat{O}_{jk}^\mu = \vec{F}_{jk}^\mu. \quad (1.90)$$

Значит, мы получим сглаженную слева или справа исходную функцию  $S_{jk}^\mu$  с учетом «смещенных» и «условно-свободных» ресурсов и полным исключением «свободных» ресурсов.

Показатели «смещенных» ресурсов подсчитываются применительно к ресурсам  $S_{jk}^\mu$  как

$$L_{jk}^\mu = \sum_{l=2}^n v_{jl(l)}^\mu, \quad (1.91)$$

а по отношению к последующим ресурсам  $S_{jk}^\mu$  как

$$L_{jk}^\mu = \sum_{l=k+1}^n v_{jk(l)}^\mu. \quad (1.92)$$

Показатели «условно-свободных» ресурсов определяются для ресурсов  $S_{jk}^\mu$  как

$$u_{jl}^\mu = \hat{O}_{jl}^\mu - [S_{jl}^\mu + L_{jl}^\mu], \quad (1.93)$$

а для ресурсов  $S_{jk}^\mu$  через выражение вида

$$u_{jk}^\mu = \hat{O}_{jk}^\mu - [F_{jk}^\mu + L_{jk}^\mu]. \quad (1.94)$$

Следовательно, обобщающие выражения для представления «фактических» ресурсов в виде взаимоувязанных компонентов  $S_{jk}^\mu, F_{jk}^\mu, L_{jk}^\mu, u_{jk}^\mu$  имеет следующую форму:

меньший индекс

$$\hat{O}_{jl}^\mu = S_{jl}^\mu + L_{jl}^\mu + u_{jl}^\mu, \quad (1.95)$$

последующий индекс

$$\hat{O}_{jk}^\mu = S_{jk}^\mu + L_{jk}^\mu + u_{jk}^\mu. \quad (1.96)$$

**Схема Б (принцип взаимозаменяемости ресурсов).** Универсальной схемой сочетаний ресурсов, учитывающей принцип взаимозаменяемости, служит схема, приведенная на рис. 1.35, б. Так как все типы ресурсов в пределах их  $j$ -го вида имеют одинаковый ординат, в этой связи порядок определения «фактических» ресурсов не зависит от места нахождения

ресурса в схеме сочетаний.

### 1.4.3. Регулирование по критическим параметрам распределения ресурсов

Ресурсы строительного производства при использовании могут находиться в одном из состояний: в фазе технологических циклов; в фазе технического обслуживания и ремонта (рис. 1.36).

Режимы функционирования ресурсов $R_{jk}$	Продолжительность функционирования					
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	...	$t_M$
Эксплуатация						
Технологический простой						
Технический простой						

Рис. 1.36 – Циклограмма функционирования ресурсов

Каждый технологический цикл включает полный (эксплуатация, демонтаж, транспортирование, монтаж) или неполный (эксплуатация, транспортирование) режимы прохождения ресурсов.

Введем следующие обозначения:  $\theta_{jk}^Y$  – продолжительность эксплуатации  $j$ -го вида ресурсов  $k$ -го типа;  $\theta_{jk}^{\ddot{A}}, \theta_{jk}^{\ddot{O}}, \theta_{jk}^{\ddot{I}}$  соответственно продолжительность демонтажа, транспортирования, монтажа  $j$ -го вида ресурсов  $k$ -го типа.

Продолжительность одного технологического цикла использования ресурса выражается как

$$\theta_{jk}^{\ddot{O}} = \theta_{jk}^Y + \theta_{jk}^{\ddot{A}} + \theta_{jk}^{\ddot{O}} + \theta_{jk}^{\ddot{I}}. \quad (1.97)$$

Режимы – демонтаж, транспортирование, монтаж являются технологически обязательными, поскольку отражают функциональные и конструктивные параметры ресурса. Но поскольку, находясь в этих режимах, ресурс не вырабатывает необходимый фактор, следует считать, что режимы «демонтаж», «транспортирование», «монтаж» составляют один режим – «технологический простой». Обозначим

$$\theta_{jk}^{(2)} = \theta_{jk}^Y; \quad (1.98)$$

$$\theta_{jk}^{(2)} = \theta_{jk}^{\ddot{A}} + \theta_{jk}^{\ddot{O}} + \theta_{jk}^{\ddot{I}}. \quad (1.99)$$

Аналогично, находясь в фазе технического обслуживания и ремонта, ресурс также не вырабатывает необходимый фактор в течение периода

$$\theta_{jk}^{(0)} = \theta_{jk}^{\ddot{O}^0} + \theta_{jk}^P. \quad (1.100)$$

Обозначив через  $\theta_{jk}^{(3)} - \theta_{jk}$ , следует считать фазу технического обслуживания и ремонта условно фазой «технического простоя».

При этом необходимо иметь в виду, что если величина технических простоев ресурсов, как правило, нормируется для технических ресурсов, а величина технологических простоев может учитываться в документации по организации работ на годовую и двухлетнюю программу строительной организации, то простои по организационным причинам («организационные простои») обычно не берутся в расчет.

Обозначим величину организационных простоев  $\theta_{jk}^{op}$  через

$$\theta_{jk}^{(4)} - \theta_{jk}^{op}.$$

Таким образом, продолжительность использования ресурса складывается из следующих составляющих:

$$\theta_{jk} = \theta_{jk}^{(1)} + \theta_{jk}^{(2)} + \theta_{jk}^{(3)} + \theta_{jk}^{(4)}. \quad (1.101)$$

Следовательно, в конечном счете величина необходимого расходуемого фактора ресурса должна складываться из составляющих расходуемого фактора, вырабатываемого с учетом простоев и резервного запаса расходуемого фактора.

В дальнейшем условимся под резервным (страховым) запасом расходуемого фактора понимать такую величину ресурса, которая рассчитана с учетом реализации комплекса мероприятий по интенсификации строительного производства за счет сокращения потерь рабочего времени, применения прогрессивных организационно-технологических решений и расширения области внедрения передовых форм и методов строительного производства, обеспечивающих своевременное и качественное выполнение СМР.

Особенностью равномерного распределения ресурсов является равномерное их выбытие в технологические, технические и организационные простои.

Задачи регулирования по критическим параметрам равномерного распределения ресурсов сгруппированы следующим образом.

**Вид 1.** Рассматриваются варианты нахождения ресурса только в фазе технологических циклов. При этом предполагается, что ресурс  $R_{jk}$  может полностью выбыть в технологические простои.

**Случай А.** Исходное условие: технологические циклы ресурса  $R_{jk}$  в течение периода  $t_M$  по продолжительности равны между собой, т. е.

$$\theta_{jk}^{(1)\mu} = \theta_{jk}^{(1),\mu+1}, \quad \theta_{jk}^{(2)\mu} = \theta_{jk}^{(2),\mu+1}, \quad (1.102)$$

где  $\mu$  – индекс временного интервала,  $\mu = 1, \dots, M$ .

Продолжительность использования ресурса  $R_{jk}$  за планируемый период  $t_M$  может быть представлена через выражение вида:

$$t_M = M \left( \theta_{jk}^{(1)\mu} + \theta_{jk}^{(2)\mu} \right). \quad (1.103)$$

$$\Delta R_{jk} = R_{jk} - \left( \sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(1)\mu} / M \right); \quad (1.104)$$

$$r_{jk} = 2R_{jk} - \left( \sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(1)\mu} / M \right). \quad (1.105)$$

**Вид 2.** Рассматриваются задачи с условием, что распределение ресурса задано в виде кусочно-линейной функции.

В этом случае методы определения параметров резерва и общего количества ресурса зависят от величины временных интервалов, составляющих планируемый период.

При достаточно малых временных интервалах  $(t_\mu, t_{\mu-1})$  монотонно убывающая или возрастающая функция распределения ресурса может быть представлена как

$$R_{jk}^M = R_{jk}^0 + a_{jk} t_M, \quad (1.106)$$

где  $R_{jk}^0$  – величина ресурса в момент  $t_0$ .

При достаточно больших временных интервалах  $(t_\mu, t_{\mu-1})$  размеры резерва и общего количества ресурса целесообразно находить так же, как и для случаев с постоянным распределением ресурса, поскольку влияние факторов предыдущего временного интервала на последующий является минимальным и ощущается только в начальный момент.

**Случай А.** Распределение ресурса представляет собой монотонно убывающую или монотонно возрастающую функцию при достаточно малых временных интервалах.

Размер резерва определим отдельно для каждого временного интервала  $(t_\mu, t_{\mu-1})$  исходя из условия, что в течение этого интервала ресурс  $R_{jk}$  должен выработать расходуемый фактор в количестве  $R_{jk}^M = (t_\mu - t_{\mu-1})$ . Тогда формула для определения резерва примет вид:

$$\Delta R_{jk}^\mu = \frac{R_{jk} \theta_{jk}^{(2,3,4)\mu}}{t_\mu - t_{\mu-1}} = R_{jk} \left( \frac{\theta_{jk}^{(1)\mu}}{t_\mu - t_{\mu-1}} \right). \quad (1.107)$$

Далее определим технологический простой на один технологический цикл

$$\theta_{jk}^{(2)\mu} = \frac{t_M}{M - \theta_{jk}^{(1)\mu}}, \quad (1.108)$$

на все технологические циклы

$$\theta_{jk}^{(2)\mu} = t_M - M \cdot \theta_{jk}^{(1)\mu}. \quad (1.109)$$

Ресурс  $R_{jk}$  за период  $t = (t_\mu - t_0)$  должен выработать расходуемый фактор в количестве  $Z_{jk}$ . Но вследствие наличия технологического простоя  $\theta_{jk}^{(2)}$  ресурс  $R_{jk}$  не вырабатывает расходуемый фактор в размере

$$Z_{jk}^{(2)} = R_{jk} \cdot \theta_{jk}^{(2)}. \quad (1.110)$$

Эта величина соответствует площади прямоугольника со сторонами  $R_{jk}$  и  $\theta_{jk}^{(2)}$ , принадлежащего прямоугольнику со сторонами  $R_{jk}$  и  $t_M$  (рис. 1.37).

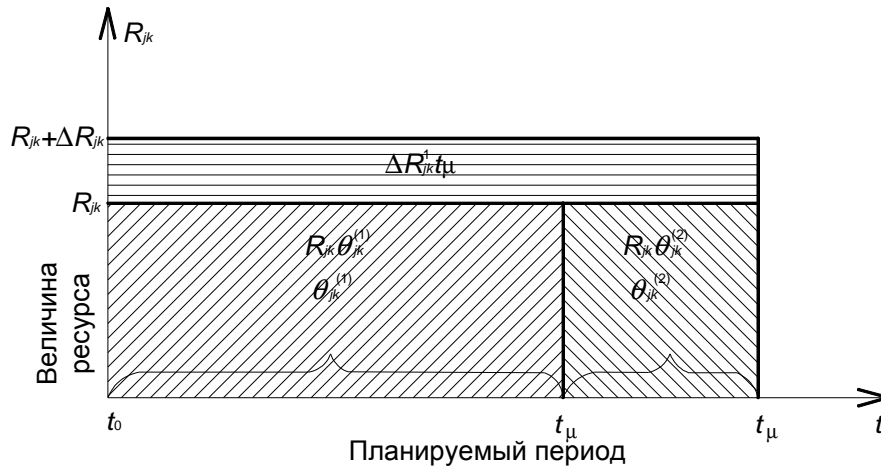


Рис. 1.37 – Распределение  $\Delta R_{jk}^{\mu}$

(случай равенства продолжительности технологических циклов)

Считая, что интенсивность перебазирования ресурса в течение всего периода  $t_M$  является равномерной, выдвигаем гипотезу о равенстве площадей прямоугольника  $R_{jk} \cdot \theta_{jk}^{(2)}$  и прямоугольника  $\Delta R_{jk}^{\mu} \cdot t_M$ , т. е.

$$\Delta R_{jk}^{\mu} \cdot t_M = R_{jk} \cdot \theta_{jk}^{(2)}. \quad (1.111)$$

Откуда размер резерва определяется как

$$\Delta R_{jk} = \frac{R_{jk} \cdot \theta_{jk}^{(2)}}{t_M} = R_{jk} \cdot \left( 1 - \frac{M \cdot \theta_{jk}^{(1)}}{t_M} \right). \quad (1.112)$$

Таким образом, при условии равенства продолжительности технологических циклов размер резерва зависит непосредственно от продолжительности эксплуатации ресурса.

Общее количество ресурса, необходимое для удовлетворения потребности, определяется как сумма первоначального значения ресурса  $R_{jk}$  и найденного значения резерва  $\Delta R_{jk}$ , т. е.

$$r_{jk} = R_{jk} + \Delta R_{jk} = R_{jk} \cdot \left( 2 - \frac{M \cdot \theta_{jk}^{(1)}}{t_M} \right). \quad (1.113)$$

Полученные распределения резерва и общего количества ресурса являются равномерными в течение всего планируемого периода.

**Случай Б.** Исходное условие: технологические циклы ресурса по продолжительности не равны между собой в течение периода  $t_M$ , т. е.

$$\theta_{jk}^{(1)\mu} \neq \theta_{jk}^{(1)\mu+1}, \quad (1.114)$$

$$\theta_{jk}^{(2)\mu} \neq \theta_{jk}^{(2)\mu+1}. \quad (1.115)$$

Тогда технологический простой ресурса  $R_{jk}$  можно выразить через

$$\sum_{\mu=1}^M \theta_{jk}^{(2)\mu} = t_M - \sum_{\mu=1}^M \theta_{jk}^{(1)\mu} . \quad (1.116)$$

Применив гипотезу о равенстве площадей прямоугольников, получим размер резерва:

$$R_{jk} = \frac{R_{jk} \cdot \theta_{jk}^{(2)}}{t_M} = R_{jk} \left( 1 - \frac{\sum_{\mu=1}^M \theta_{jk}^{(1)\mu}}{t_M} \right). \quad (1.117)$$

Следовательно, общее необходимое количество ресурса:

$$\mathbf{r}_{jk} = \mathbf{R}_{jk} + \Delta \mathbf{R}_{jk} = \mathbf{R}_{jk} \cdot \left[ \left( 2 - \sum_{\mu=1}^M \boldsymbol{\theta}_{jk}^{(I)\mu} \right) \cdot \mathbf{t}_M \right]. \quad (1.118)$$

Проиллюстрируем полученные результаты на графике (рис. 1.38).

Из графика видно, что размеры резерва и общего количества ресурса составят

$$\Delta R_{jk} = 0; \quad r_{jk} = R_{jk} \text{ при } \theta_{jk}^{(I)} = t_M. \quad (1.119)$$

Это значит, что ресурс  $R_{jk}$  используется только в режиме эксплуатации в течение всего периода  $t_M$ . Поэтому, учитывая, что  $\theta_{jk}^{(2)} = 0$ , в данном случае для выполнения заданной программы работ достаточно иметь только наличный состав  $R_{jk}$ . В то же время

$$\Delta R_{jk} = R_{jk}; \quad r_{jk} = 2R_{jk} \text{ при } \theta_{jk}^{(I)} = 0. \quad (1.120)$$

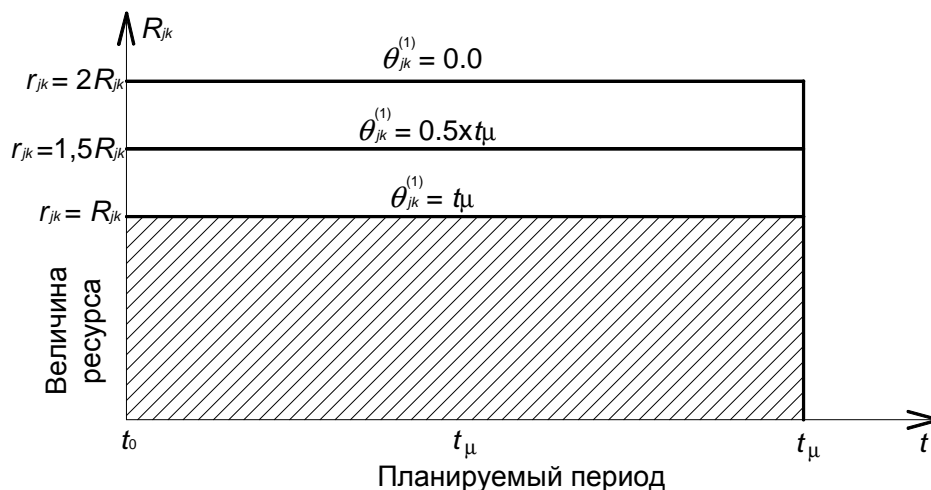


Рис. 1.38 – Распределение  $r_{jk}^{\mu}$  (случай неравенства продолжительности технологических циклов)

Здесь учтена возможность пребывания ресурса только в технологическом простом в течение всего периода  $t_M$ . Естественно, что при этом общее количество ресурса должно составить  $2R_{ik}$ , так как одна

его часть, равная  $R_{jk}$ , в течение всего периода  $t_M$  будет находиться в режиме эксплуатации, а вторая его часть, равная также  $R_{jk}$ , – в технологическом простое.

**Вид 3.** Рассматриваются варианты выхода в простой только части ресурса  $R_{jk}$ . Так же, как и ранее, распределение ресурса в течение всего периода принимается постоянным.

Предположим, что для каждого временного интервала планируемого периода известна та часть ресурса  $R_{jk}$ , которая будет находиться в технологических, технических и организационных простоях (рис. 1.39). Тогда для любого временного интервала будет соблюдаться соотношение:

$$R_{jk}^{(2)\mu} + R_{jk}^{(3)\mu} + R_{jk}^{(4)\mu} = R_{jk} - R_{jk}^{(1)\mu}. \quad (1.121)$$

Допустим, что в течение первого временного интервала  $(t_1, t_0)$  в простое выходит часть ресурса в размере

$$R_{jk}^{(2,3,4)1} = R_{jk}^{(2)1} + R_{jk}^{(3)1} + R_{jk}^{(4)1}. \quad (1.122)$$



Рис. 1.39 – Распределение  $Z_{jk}^{(2,3,4)1}$  (случай неравномерного распределения)

Следовательно, количество невыработанного расходуемого фактора за этот интервал составит

$$Z_{jk}^{(2,3,4)1} = R_{jk}^{(2,3,4)1} \cdot (t - t_0). \quad (1.123)$$

Для второго временного интервала  $(t_2, t_1)$  показатель  $Z_{jk}^{(2,3,4)1}$  будет равен

$$Z_{jk}^{(2,3,4)2} = R_{jk}^{(2,3,4)2} \cdot (t_2 - t_1). \quad (1.124)$$

Таким образом, для любого временного интервала  $(t_\mu, t_{\mu-1})$  размер невыработанного расходуемого фактора можно представить в виде

$$Z_{jk}^{(2,3,4)\mu} = R_{jk}^{(2,3,4)\mu} \cdot (t_\mu - t_{\mu-1}). \quad (1.125)$$



Естественно, что весь планируемый период  $t = t_M - t_0$  вышеуказанный показатель составит:

$$Z_{jk}^{(2,3,4)} = \sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(2,3,4)\mu} \cdot (t_{\mu} - t_{\mu-1}). \quad (1.126)$$

Принимая гипотезу равномерного распределения резерва в течение всего периода  $t$ , запишем следующее выражение:

$$\sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(2,3,4)\mu} \cdot (t_{\mu} - t_{\mu-1}) = \Delta R_{jk} t. \quad (1.127)$$

Откуда определим размер резерва  $\Delta R_{jk} t$  в виде

$$\Delta R_{jk} = \frac{\sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(2,3,4)\mu} \cdot (t_{\mu} - t_{\mu-1})}{t} = R_{jk} \cdot \frac{\sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(1)\mu} \cdot (t_{\mu} - t_{\mu-1})}{t}. \quad (1.128)$$

При этом общее количество необходимого ресурса можно определить как величину

$$r_{jk} = R_{jk} + \Delta R_{jk} = 2R_{jk} - \frac{\sum_{\mu=1}^M R_{jk}^{(1)\mu} \cdot (t_{\mu} - t_{\mu-1})}{t}. \quad (1.129)$$

Выделим случай, когда временные интервалы планируемого периода  $t$  равны между собой.

Тогда выражения для определения резерва и общего количества ресурса упрощаются. Обозначим его через  $b_{jk}^{\mu} = \frac{\theta_{jk}^{(1)\mu}}{(t_{\mu} - t_{\mu-1})}$ .

Показатель  $b_{jk}^{\mu}$  может рассматриваться в качестве коэффициента использования ресурса во временном интервале  $(t_{\mu} - t_{\mu-1})$ .

Теперь представим выражение для определения размера резерва ресурса следующим образом:

$$\Delta R_{jk}^{\mu} = R_{jk}^{\mu} \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}). \quad (1.130)$$

С другой стороны, размер резерва можно определить как

$$\Delta R_{jk}^{\mu} = \Delta K_{jk}^0 + C_{jk} t_{\mu}. \quad (1.131)$$

Далее определим связь между тангенсами углов наклона к оси абсцисс прямых распределения ресурса и резерва. Для этого проведем следующие преобразования:

$$R_{jk} \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}) = \Delta R_{jk}^0 + C_{jk} t_{\mu}. \quad (1.132)$$

Откуда находим

$$C_{jk} = \frac{R_{jk} \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}) - \Delta R_{jk}^0}{t_{\mu}}. \quad (1.133)$$

Будем считать, что размер резерва в первоначальный момент времени  $t_0$  равен

$$\Delta R_{jk}^0 = R_{jk}^0 \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}). \quad (1.134)$$

Следовательно, размер резерва целесообразно определять с помощью выражения:

$$\Delta R_{jk}^{\mu} = (1 - b_{jk}^{\mu}) \cdot (R_{jk}^0 + a_{jk} t_{\mu}). \quad (1.135)$$

Здесь показатель  $a_{jk}$  является постоянным на всем периоде от  $t_0$  до  $t_M$ .

В качестве расчетной формулы для определения общего количества ресурса может служить следующее выражение (рис. 1.40):

$$r_{jk}^{\mu} = (2 - b_{jk}^{\mu}) \cdot (R_{jk}^0 + a_{jk} t_{\mu}). \quad (1.136)$$

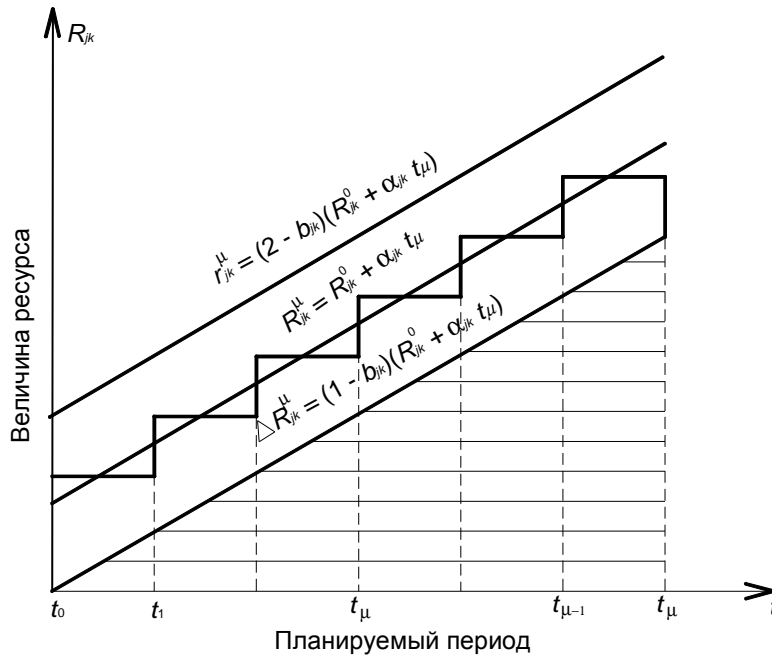


Рис. 1.40 – Распределение  $\Delta R_{jk}^{\mu}$  и  $r_{jk}^{\mu}$  (случай  $R_{jk}^{\mu} = R_{jk}^0 + a_{jk} t_{\mu}$  при  $\theta_{jk}^{(1)} = const$ )

При неравномерном распределении ресурсов учитывается их неравномерное выбытие в технологические, технические и организационные простои. В строительной практике встречаются следующие виды задач.

**Вид 1. Рассматриваются варианты равномерного «треугольного» выбытия ресурса в простои.**

Будем считать, что суммарная продолжительность пребывания ресурса в режиме эксплуатации равна

$$\theta_{jk}^{(1)} = \sum_{\mu=1}^M \theta_{jk}^{(1)\mu}. \quad (1.137)$$

Величины выбытия ресурсов в простои известны и равняются следующим показателям:

$$\begin{aligned} \text{при } t_{\mu} = t_0 \quad & R_{jk}^{(2,3,4)} = 0; \\ \text{при } t_{\mu} = t_M \quad & R_{jk}^{(2,3,4)} = R_{jk}^{(2,3,4)\max}. \end{aligned}$$

В этой связи размеры резерва для указанных моментов времени определяются в соответствии с величинами выбытия ресурса в простои в

начальный и конечный момент времени, т.е.

$$\text{при } t_{\mu} = t_0 \quad \Delta R_{jk} = 0 ;$$

$$\text{при } t_{\mu} = t_M \quad \Delta R_{jk} = \Delta R_{jk}^M .$$

Поскольку расходуемый фактор, вырабатываемый резервным ресурсом, должен быть равным невыработанному фактору  $\Delta Z_{jk}$  (рис.1.41):

$$R_{jk} (t_M - \theta_{jk}^{(I)}) = 0,5 \Delta R_{jk}^M \cdot t_M . \quad (1.138)$$

Из этого выражения определяем размер резерва в момент окончания планируемого периода  $t_M$  :

$$\Delta R_{jk}^M = \left[ 2 R_{jk} \cdot (t_M - \theta_{jk}^{(I)}) \right] \cdot t_M . \quad (1.139)$$

При этом размер резерва в любой момент  $t_{\mu}$  планируемого периода будет равен

$$\Delta R_{jk}^{\mu} = \frac{2 R_{jk} \cdot (t_M - \theta_{jk}^{(I)}) \cdot t_{\mu}}{(t_{\mu})^2} = \Delta R_{jk}^M \cdot \frac{t_{\mu}}{t_M} . \quad (1.140)$$

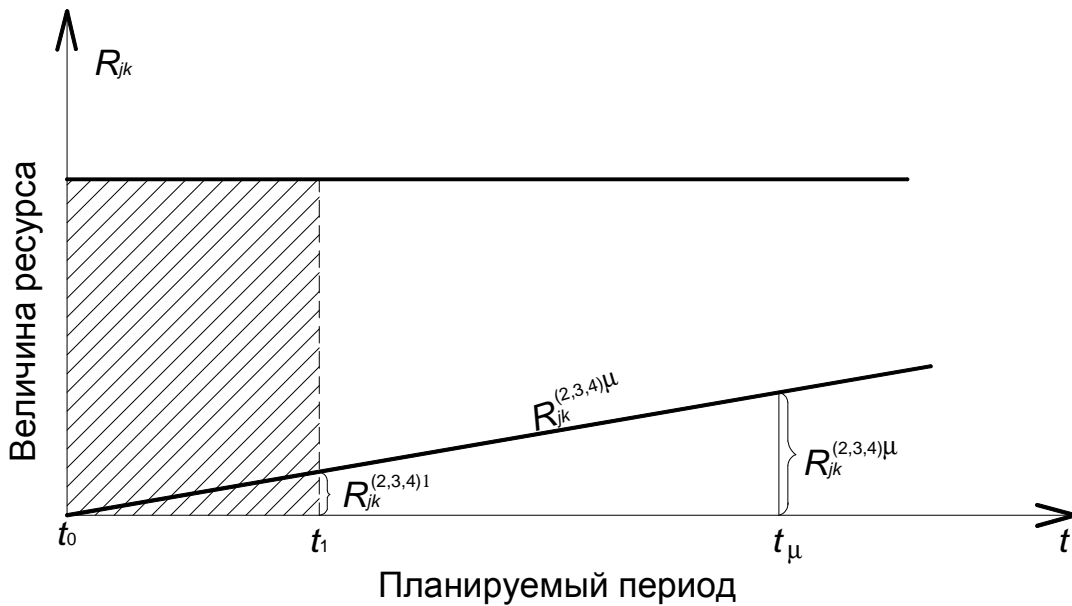


Рис. 1.41 – Выбытие ресурса  $R_{jk}^M$  в технологические, технические и организационные простои

Таким образом, размер резерва  $\Delta R_{jk}^{\mu}$  для случая  $R_{jk} = \tilde{nonst}$  можно находить как

$$\Delta R_{jk}^{\mu} = \begin{cases} 0 & \text{ï ðè } t_{\mu} \leq t_0; \\ \Delta R_{jk}^{\mu} (t_{\mu}/t_M) & \text{ï ðè } t_0 < t_{\mu} \leq t_M; \\ \Delta R_{jk}^{\mu} & \text{ï ðè } t_{\mu} \geq t_M. \end{cases} \quad (1.141)$$

Если ресурс  $R_{jk}$  в течение всего периода  $t_M$  не используется, т.е.

$$\theta_{jk}^{(1)} = 0 \text{ и } \theta_{jk}^{(2)} = \theta_{jk}^{(3)} = \theta_{jk}^{(4)} = t_M, \quad (1.142)$$

$$\Delta R_{jk}^\mu = 2R_{jk} (t_\mu / t_M). \quad (1.143)$$

Это значит, что  $\Delta R_{jk}^\mu$  есть линейная функция от  $t_\mu$  с угловым коэффициентом, равным  $R_{jk} / 0,5t_M$ . При  $t_\mu \rightarrow t_M$  величина  $\Delta R_{jk}^\mu$  достигает своего максимального значения, равного  $2R_{jk}$ . Таким образом, при указанных условиях размер резерва в момент  $t_M$  вдвое превышает потребность в ресурсе (рис. 1.42). Это объясняется тем, что при «треугольном» распределении, в отличие от «прямоугольного» распределения, резерв вводится в режим эксплуатации постепенно от  $\Delta R_{jk} = 0$  до  $\Delta R_{jk} = 2R_{jk}$ . За весь период  $t_M$  резерв  $\Delta R_{jk}$  выработает расходуемый фактор в количестве

$$Z_{jk} = \frac{1}{2} 2R_{jk} t_M, \quad (1.144)$$

которое соответственно и равно потребности  $R_{jk} t_M$ . Но при этом выработанная резервом часть расходуемого фактора в количестве  $0,25R_{jk} t_M$  лежит выше уровня  $R_{jk}$ , поскольку такая же величина «недоработана» резервом в первой половине планируемого периода. Вот почему  $\Delta R_{jk}^{\max} = 2R_{jk}$  является максимальным размером резерва при различных вариантах изменения показателей.

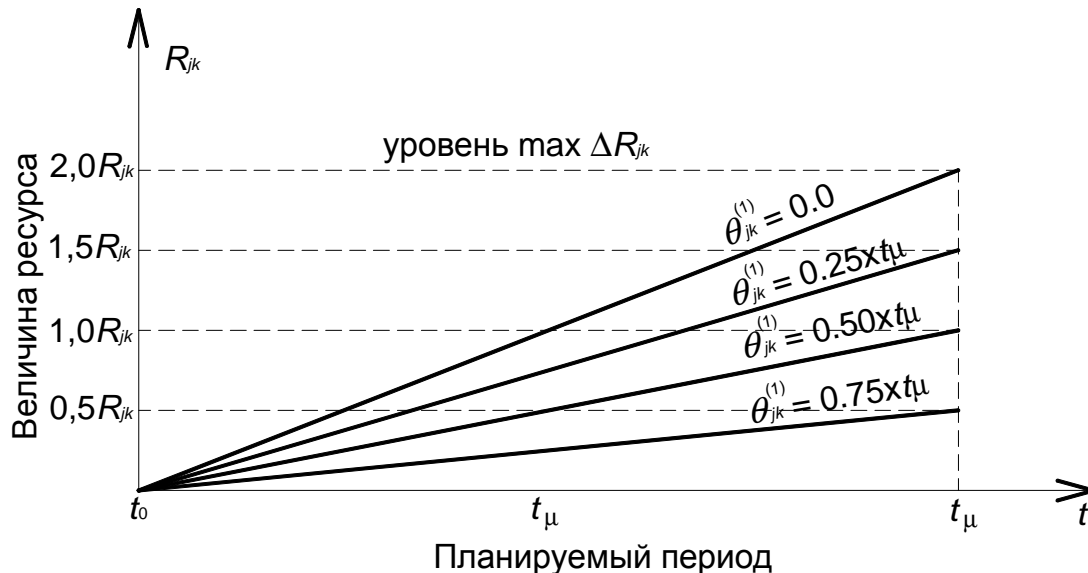


Рис. 1.42 – Распределение  $\Delta R_{jk}^\mu$  (случай равномерного «треугольного» распределения)

Аналогичные треугольники, но с меньшими величинами расходуемого фактора, образуются выше уровня  $R_{jk}$  при  $0 < \theta_{jk}^{(1)} < 0,5t_M$ .

При  $\theta_{jk}^{(1)} \rightarrow t_M$  прямые, проходящие через начало координат и описывающие изменения  $\Delta R_{jk}^\mu$ , все более приближаются к оси абсцисс.

При  $\theta_{jk}^{(1)} = t_M$  прямая  $\Delta R_{jk}^\mu$  совпадает с осью абсцисс, что указывает на полное отсутствие необходимости в резерве.

С учетом найденного значения резерва  $\Delta R_{jk}^\mu$  и первоначального значения ресурса  $R_{jk}$  определим общее количество ресурса:

$$r_{jk} = R_{jk} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot (t_M - \theta_{jk}^{(1)}) \cdot t_\mu}{(t_\mu)^2} \right]. \quad (1.145)$$

Для случая  $\theta_{jk}^{(1)} = 0$ , т. е. когда ресурс в течение всего периода  $t_M$  находится в простоях,

$$\begin{aligned} r_{jk} &= R_{jk} && \text{при } t_\mu = t_0 \\ r_{jk} &= 3R_{jk} && \text{при } t_\mu = t_M. \end{aligned}$$

Для случая  $\theta_{jk}^{(1)} = t_M$ , т. е. когда ресурс в течение всего периода  $t_M$  находится в режиме эксплуатации,

$$\begin{aligned} r_{jk} &= R_{jk} && \text{при } t_\mu = t_0, \\ r_{jk} &= R_{jk} && \text{при } t_\mu = t_M. \end{aligned}$$

**Вид 2. Рассматриваются варианты неравномерного «треугольника» выбытия ресурса в простои.**

Для первого временного интервала  $(t_1, t_0)$  показатели резерва определяются так же, как и при равномерном распределении ресурса.

Для второго временного интервала  $(t_2, t_1)$  должны выполняться следующие два условия.

Первое условие определяет рациональные размеры резерва через показатели невыработанного расходуемого фактора, а именно:

$$Z_{jk}^{(1)} = 0,5\Delta R_{jk}^{(2)} \cdot (t_2 - t_1) = 0,5 \cdot 2R_{jk}^{(2)} \cdot (1 - b_{jk}^{(2)}) \cdot (t_2 - t_1) = R_{jk}^{(2)} \cdot (1 - b_{jk}^{(2)}) \cdot (t_2 - t_1). \quad (1.146)$$

При выполнении этого условия «перерасход» расходуемого фактора равен нулю.

Второе условие учитывает первоначальное значение резерва, равное  $\Delta R_{jk}^I$ . На рис. 1.43 одним из оснований трапеции является параметр  $\Delta R_{jk}^I$ . В качестве другого основания следует считать размер резерва в момент  $t_2$ . Высота трапеции определяется размером интервала  $(t_2, t_1)$ .

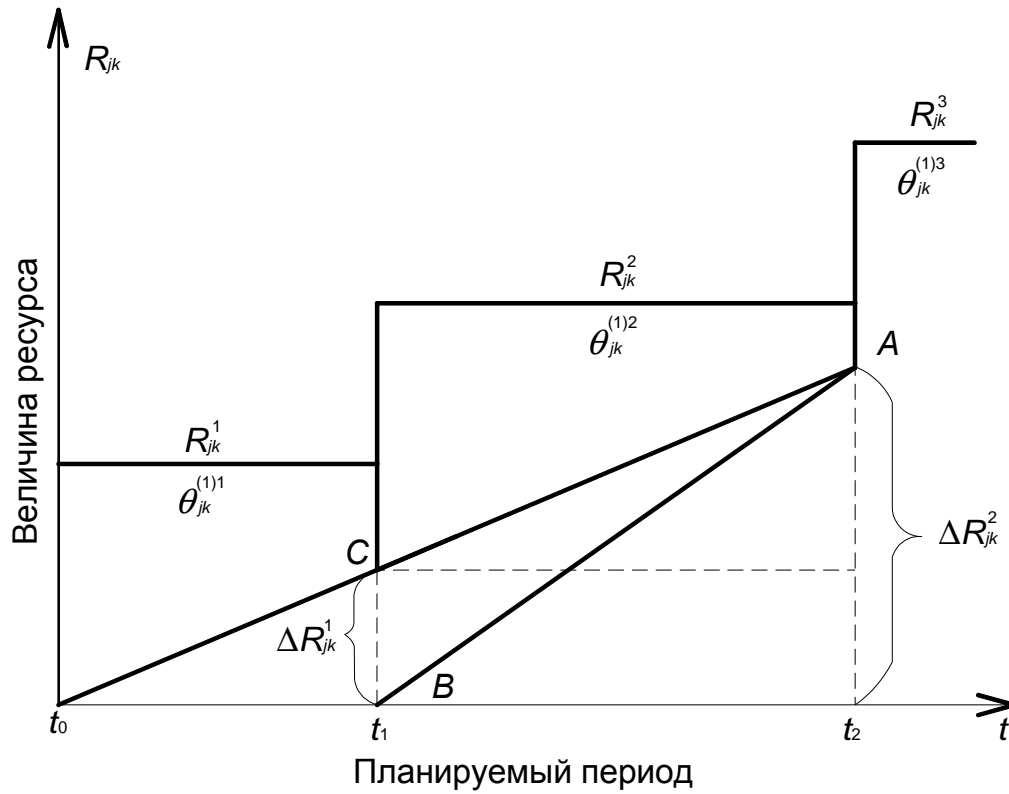


Рис.1.43 – Распределение  $\Delta R_{jk}^{\mu}$  (случай перерасхода фактора  $Z_{jk}^{\mu}$ )

Тогда можно записать следующее равенство:

$$R_{jk}^2 = (1 - b_{jk}^{(2)}) \cdot (t_2 - t_1) = 0,5 \cdot (\Delta R_{jk}^{(1)} - \Delta R_{jk}^{(2)}) \cdot (t_2 - t_1). \quad (1.147)$$

Откуда находим размер резерва в момент  $t_2$ , т. е.

$$\Delta R_{jk}^2 = 2R_{jk}^2 \cdot (1 - b_{jk}^{(2)}) - \Delta R_{jk}^1. \quad (1.148)$$

Для определения размера резерва в любой другой момент интервала  $(t_{\mu} - t_{\mu-1})$  используется выражение:

$$\Delta R_{jk}^{\xi,2} = \frac{2[R_{jk}^2 \cdot (1 - b_{jk}^{(2)}) - \Delta R_{jk}^1] \cdot (t_2^{\xi} - t_1)}{t_2 - t_1} + \Delta R_{jk}^1. \quad (1.149)$$

Следовательно, размер резерва для временного интервала  $(t_{\mu} - t_{\mu-1})$  составит:

$$\Delta R_{jk}^{\xi\mu} = \begin{cases} R_{jk}^{\mu-1} & \text{ï ðè } t_{\mu}^{\xi} = t_{\mu-1}; \\ \frac{2[R_{jk}^{\mu} \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}) - \Delta R_{jk}^{\mu-1}] \cdot (t_{\mu}^{\xi} - t_{\mu-1})}{t_{\mu} - t_{\mu-1}} + \Delta R_{jk}^{\mu-1} & \text{ï ðè } t_{\mu-1} < t_{\mu}^{\xi} < t_{\mu}; \\ 2R_{jk}^{\mu} \cdot (1 - b_{jk}^{\mu}) - \Delta R_{jk}^{\mu-1} & \text{ï ðè } t_{\mu}^{\xi} = t_{\mu}. \end{cases} \quad (1.150)$$

При этом коэффициент использования ресурса может изменяться в пределах  $0 \leq b_{jk}^{\mu} \leq 1$ .

При  $b_{jk}^\mu = 0$  размеры резерва будут составлять:

$$\Delta R_{jk}^{\xi\mu} = \begin{cases} R_{jk}^{\mu-1} & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_\mu^\xi = t_{\mu-1}; \\ \frac{2(R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1}) \cdot (t_\mu^\xi - t_{\mu-1})}{t_\mu - t_{\mu-1}} + \Delta R_{jk}^{\mu-1} & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_{\mu-1} < t_\mu^\xi < t_\mu; \\ 2R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1} & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_\mu^\xi = t_\mu. \end{cases} \quad (1.151)$$

Таким образом, здесь мы имеем для каждого временного интервала максимальные значения резерва, линейно возрастающие от  $\Delta R_{jk}$  в момент  $t_{\mu-1}$  до  $2(R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1})$  в момент  $t_\mu$ .

При  $b_{jk} = 0$  размеры резерва равны:

$$\Delta R_{jk}^{\xi\mu} = \begin{cases} R_{jk}^{\mu-1} & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_\mu^\xi = t_{\mu-1}; \\ \Delta R_{jk}^{\mu-1} \left[ 1 - \frac{2 \cdot (t_\mu^\xi - t_{\mu-1})}{t_\mu - t_{\mu-1}} \right] & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_{\mu-1} < t_\mu^\xi < t_\mu; \\ 2R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1} & \ddot{\text{и}} \ddot{\partial} \ddot{e} \quad t_\mu^\xi = t_\mu. \end{cases} \quad (1.152)$$

Следовательно, в этом случае каждый временной интервал характеризуется минимальными значениями резерва, линейно убывающими от  $\Delta R_{jk}^{\mu-1}$  в момент  $t_{\mu-1}$  до нуля в момент  $[t_{\mu-1} + 0,5 \cdot (t_{\mu-1} + t_\mu)]$ .

Особый практический интерес представляют варианты изменения  $b_{jk}^\mu$ , при которых  $\Delta R_{jk}^\mu = R_{jk}^\mu$  и  $\Delta R_{jk}^\mu = 0$ .

Для варианта  $\Delta R_{jk}^\mu = R_{jk}^\mu$  коэффициент использования ресурса

$$b_{jk}^\mu = \frac{R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^\mu}{2R_{jk}^\mu} = 0,5 \cdot \left( 1 - \frac{\Delta R_{jk}^\mu}{2R_{jk}^\mu} \right). \quad (1.153)$$

При этом значении коэффициента использования ресурса величина резерва для временного интервала  $(t_\mu^\xi, t_{\mu-1})$  находится выражением вида:

$$\Delta R_{jk}^{\xi\mu} = \frac{(R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1}) \cdot (t_\mu^\xi - t_{\mu-1})}{(t_2 - t_{\mu-1})} + \Delta R_{jk}^{\mu-1}. \quad (1.154)$$

Для варианта  $\Delta R_{jk}^\mu = 0$  коэффициент использования ресурса во временном интервале  $(t_\mu, t_{\mu-1})$

$$b_{jk}^\mu = \frac{2R_{jk}^\mu - \Delta R_{jk}^{\mu-1}}{2R_{jk}^\mu} = 0,5 \cdot \left( 2 - \frac{\Delta R_{jk}^{\mu-1}}{R_{jk}^\mu} \right). \quad (1.155)$$

Следовательно, при этом варианте значения резерва в любой момент времени составят

$$R_{jk}^{\xi\mu} = \Delta R_{jk}^{\mu-1} \cdot \left( 1 - \frac{t_{\mu}^{\xi} - t_{\mu-1}}{t_{\mu} - t_{\mu-1}} \right). \quad (1.156)$$

Вид функции  $\Delta R_{jk} \cdot (t_{\mu})$  в зависимости от изменения  $R_{jk}^{\mu}$  приведен на рис. 1.44.

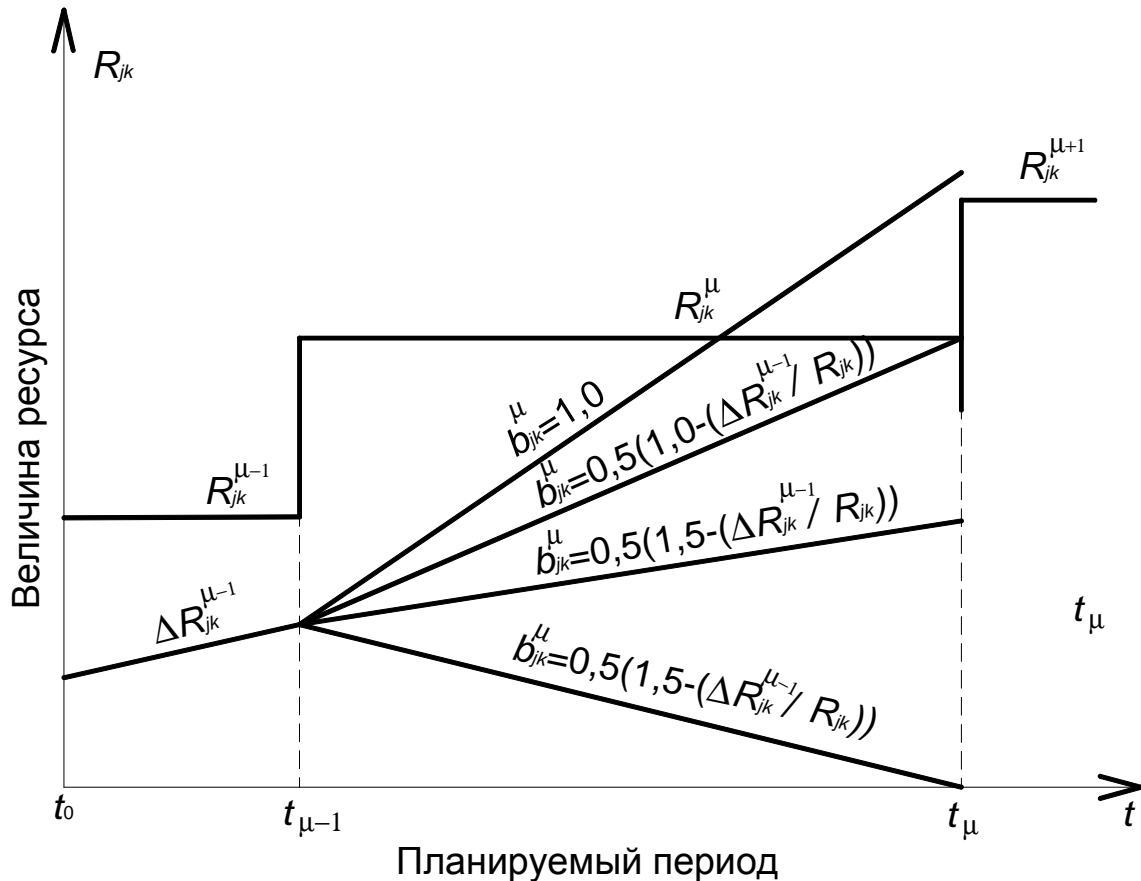


Рис. 1.44 – Распределение  $\Delta R_{jk}^{\mu}$  в зависимости от изменения  $b_{jk}^{\mu}$

Теперь определим общее количество ресурса с учетом необходимого резерва:

$$r = R_{jk}^{\mu} + \Delta R_{jk}^{\mu-1} \quad \text{if } t_{\mu}^{\xi} = t_{\mu-1};$$

$$r = R_{jk}^{\mu} \cdot \left[ 1 + \frac{2(1 - b_{jk}^{\mu}) \cdot (t_{\mu}^{\xi} - t_{\mu-1})}{t_{\mu} - t_{\mu-1}} \right] + R_{jk}^{\mu-1} \cdot \left[ 1 - \frac{2 \cdot (t_{\mu}^{\xi} - t_{\mu-1})}{t_{\mu} - t_{\mu-1}} \right] \quad \text{if } t_{\mu-1} < t_{\mu}^{\xi} < t_{\mu}; \quad (1.157)$$

$$R_{jk}^{\mu} \cdot (3 - 2b_{jk}^{\mu}) + \Delta R_{jk}^{\mu-1} \quad \text{if } t_{\mu}^{\xi} = t_{\mu}.$$

Найденное выражение и определяет рациональные размеры ресурса, обеспечивающие в достаточной мере выполнение заданной программы работ.

Проанализируем полученные результаты. Для этого сначала определим значение  $\Delta R_{jk}^{\mu}$  исходя из принципа, что ресурс  $R_{jk}^{\mu}$  не имеет



преемственности с ресурсом  $R_{jk}^{\mu-1}$ . Полученное значение резерва равняется ординате точки  $A$  (рис. 1.45), лежащей на прямой  $AE$  с абсциссой  $t_\mu$ . Соединим эту точку с точкой  $B$ , определяющей момент  $\mu$ . Получим функцию  $\Delta R_{jk}(t_\mu)$ , отвечающую условиям, которые изложены в подходе 1.

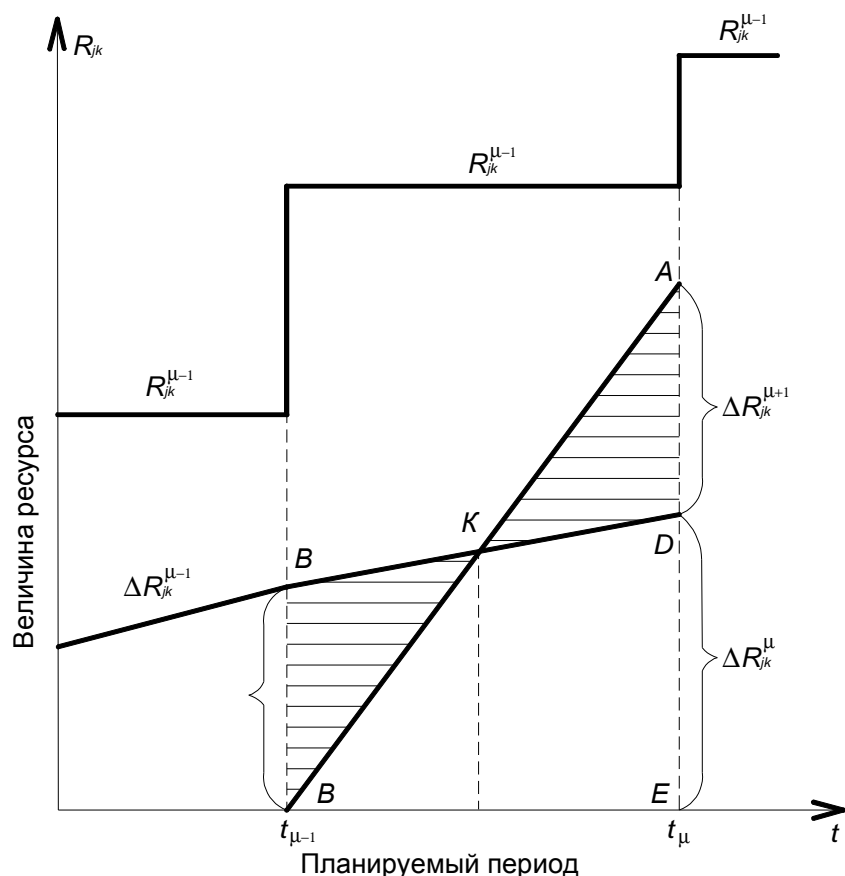


Рис. 1.45 – Распределение  $\Delta R_{jk}^\mu$  (случай рационального расхода  $Z_{jk}^\mu$ )

Далее от точки  $A$  по прямой  $AE$  отложим отрезок, равный отрезку  $BC$ , т. е. значению  $R_{jk}^{\mu-1}$ . Найденная ордината и соответствует новому значению  $R_{jk}^\mu$ , учитывающему условия рассматриваемого подхода. Соединим между собой точки  $C$  и  $D$ . Таким образом, получим распределение резерва  $\Delta R_{jk}(t_\mu)$ , которое не имеет «перерасхода» расходуемого фактора и учитывает размеры резерва предыдущего временного интервала.

## 1.5. Выбор решений по возведению строительных объектов

### 1.5.1. Принципы, положенные в основу выбора решений по возведению строительных объектов

Проектирование и осуществление строительства зданий разделяется на несколько основных этапов. Исходными здесь являются сведения об

объеме продукции, которая должна быть изготовлена к определенному сроку. Устанавливаются вид, объем и срок создания промышленной продукции или ввода в эксплуатацию зданий и сооружений. На основании этих данных выбирается место и определяется срок строительства.

Далее устанавливаются потребительские характеристики отдельных зданий и сооружений ( $ПХ$ ) – с учетом особенностей располагаемого в них технологического оборудования ( $ТО$ ). Затем на основании архитектурно-эстетических ( $\dot{A}^Y$ ) и эксплуатационных требований ( $\dot{Y}^0$ ) разрабатывается объемно-конструктивная компоновка ( $ОКК$ ) объекта.

Одновременно на основании данных об условиях возведения объектов ( $\dot{O}^A$ ) проектируется организация всего строительства в целом ( $ОС$ ). Затем с учетом имеющегося уровня строительной техники ( $\dot{O}^0$ ) и особенностей изготовления изделий ( $\dot{O}^E$ ) разрабатываются организация и технология возведения здания ( $ТВЗ$ ). И наконец для контроля за выполнением проектирования и строительства создается система управления.

Если приведенные этапы (рис. 1.46) разделить на две группы, то с одной стороны окажутся этапы, связанные с проектированием самих зданий и сооружений: разработкой объемно-планировочных решений, строительных конструкций, санитарно-технических, энергетических устройств и т. д., а с другой – этапы технологии возведения здания, отражающие особенности строительного производства при возведении этих объектов.

На этапах, связанных с производством и особенно созданием технологии возведения объектов, широко не применяются системы инженерных расчетов, хотя для выбора организации и технологии строительства могут быть использованы достижения многих наук (экономика строительной промышленности; организация и планирование строительства и стройиндустрии; технология строительного производства; строительные машины; автоматизация производства; управление строительством). Могут быть также использованы методы многоцелевого экономического анализа, установления оптимальных сроков ведения строительства, система потока, экономико-математические модели производственных процессов и другие. Эти методы используются только частично и в основном раздельно на каждом из этапов. При этом технология возведения зданий создается без комплексной оценки проектных разработок на разных этапах, а главное – без достаточного учета взаимозависимости между ею и проектными решениями зданий.

Исходя из этого, в книге рассматриваются решения, разрабатываемые на заключительных этапах проектирования, – составление ОКК, ТВЗ (рис. 1.46), затрагиваются вопросы создания системы управления.

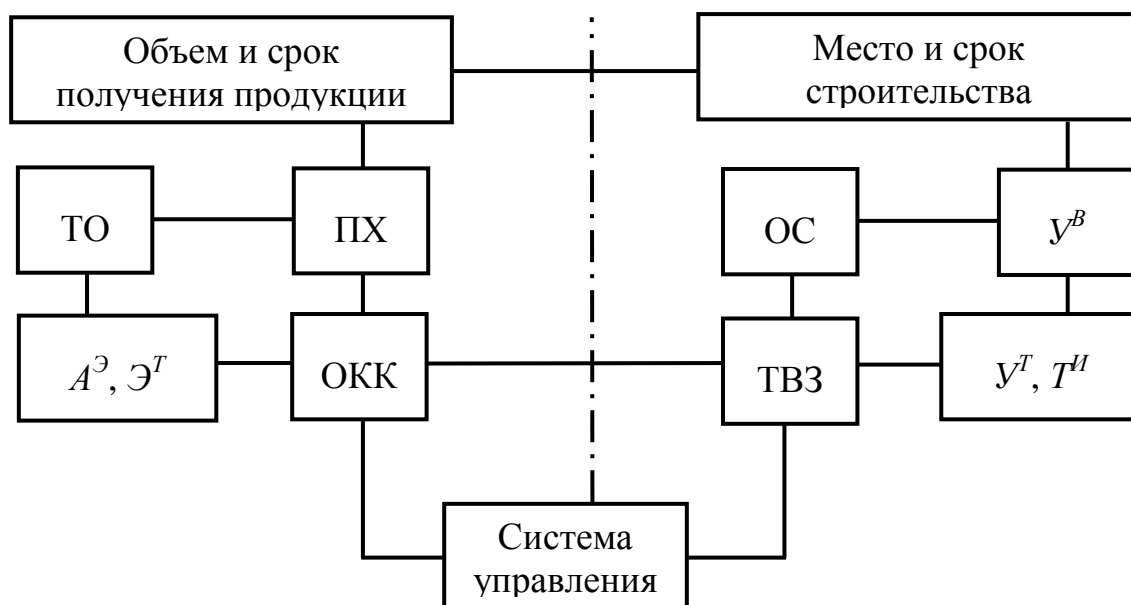


Рис. 1.46 – Решения, разрабатываемые на заключительных этапах проектирования

При проектировании объемно-конструктивной компоновки здания составляются объемно-планировочное (ОПР) и конструктивное решения (КР). В технологии возведения разрабатываются решения по организации (ОП) и технологии выполнения процессов (ТП) на строительстве.

Чтобы определить, как перечисленные проектные разработки зависят друг от друга, можно использовать существующие между ними прямые и косвенные связи (рис. 1.47).

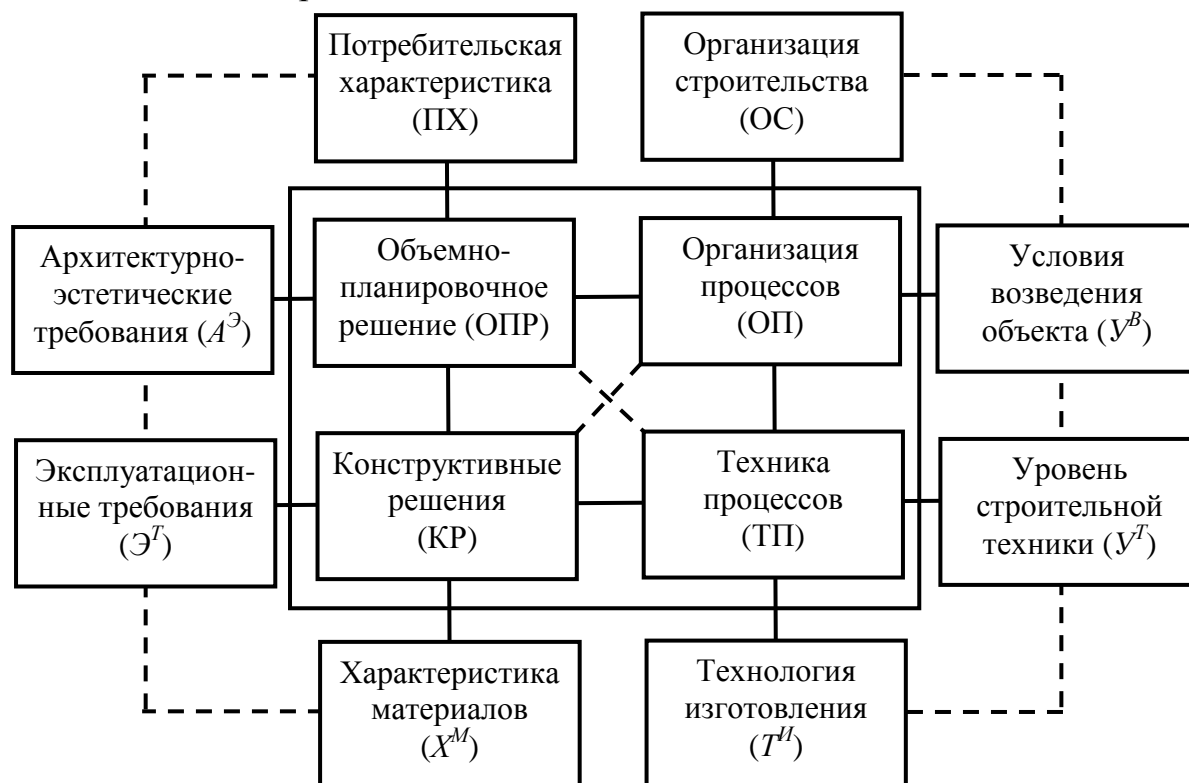


Рис. 1.47 – Связи технологии возведения здания

Эти связи соответственно определяются непосредственной и сложной взаимозависимостью между разработками, в которую входят многие разнородные, внешне не связанные между собой факторы. Для того чтобы их объединить в единую систему, разработки определены совокупностью отличительных свойств – характеристик.

Например, конструктивное решение определяется несколькими группами характеристик:

- эксплуатационными требованиями (несущая способность, капитальность и пр.);
- зависимостью от объемно-планировочного решения (модульность, объем, занимаемый в здании и пр.);
- технологией возведения (однотипность, сборность и пр.).

Каждая такая группа характеризует определенную особенность конструкций – качества, в данном случае эксплуатационные, строительные и т. д. Различие качеств отражается одним или несколькими параметрами: параметры несущей способности – прочность ( $\sigma$ ), устойчивость ( $\phi$ )...; размеры конструкций – модульность ( $\dot{I}$ ), объем ( $V$ )...; планировочные параметры – пролеты  $b = [\tilde{N}\dot{I}]$ , шаг  $l = [\tilde{N}^0\dot{I}]$  ( $C$  и  $C^0$  – число модулей); число неравных пролетов  $n_b^0$  и шагов  $h_l^0$ , сочетание их  $\zeta$ , фронт видов конструкций  $R$  и др., параметры процессов – интенсивность ( $\rho$ ), продолжительность  $T$ .

Непосредственно зависимыми считаются разработки, в оценку качеств которых входит хотя бы один общий параметр – прямые связи. Отсутствие такого параметра указывает на независимость разработок, хотя косвенная связь между ними возможна.

Допустим, что характеристики объемно-планировочного решения распределены на группы качеств:  $A^{\dot{I}}$ ,  $\dot{I}^{\dot{O}}$  и  $\hat{I}^{\hat{A}}$ ,  $\hat{I}^{\hat{D}}$ , которые определяют соответственно качества типизации ( $\hat{I}^{\dot{O}}$ ) и размеры видов конструкций ( $\hat{I}^{\hat{D}}$ ). Примем также, что качества двух последних групп определяются параметрами  $\xi, R, n_{b,l}, C^0, M, \dots$ , объединенными по признаку сопоставимости в функции  $O^T(\xi, R, \dots)$  и  $O^P(n_{b,l}, C^0, M, \dots)$ . При этом в конструктивном решении одна из групп  $K^P(V, M, \dots)$  имеет общий параметр  $M$  в функции  $\hat{I}^{\hat{D}}$  (рис. 1.48).

Тогда из приведенных параметров для ОПР и КР общим является  $M$ .

Этим будет определена непосредственная зависимость между объемно-планировочным и конструктивным решениями здания. Если в качествах конструктивного решения не окажется ни одного из параметров, вошедших, предположим, в оценку организации процессов, то последняя будет оказывать влияние на решение конструкций только опосредствованно, например, через объемно-планировочное решение (рис. 1.48), где общим является параметр  $R$ , и т. д.

После анализа всех качеств в разных разработках можно выделить те из них, которые непосредственно зависят друг от друга и должны рассматриваться не отдельно, а в единой системе (рис. 1.47): объемно-планировочное и конструктивное решение, организация и технология процессов. Указанные разработки представляют собой основные *строительные решения*.

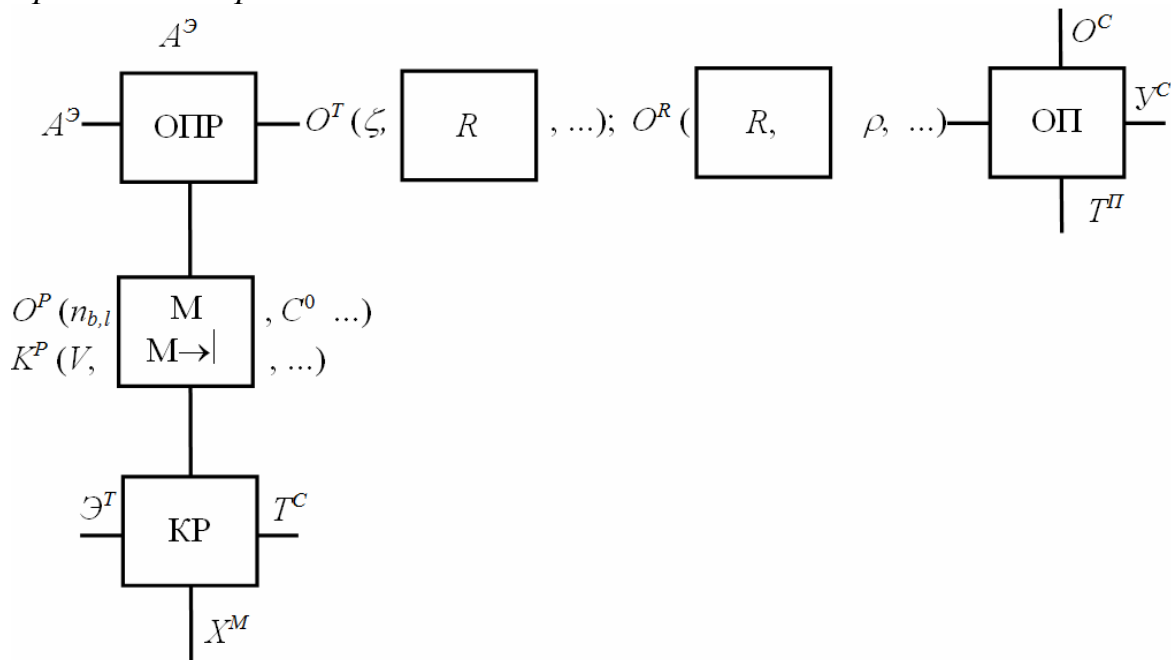


Рис. 1.48 – Объемно-планировочное решение

Таким образом, обосновывается состав разработок для комплексного исследования строительных решений. Это имеет не столько теоретическое значение, сколько позволяет удовлетворить ряд новых требований современной практики проектирования. Если раньше рациональность, скажем, конструктивного решения определялась оценкой его собственных качеств – прочности, объема, веса, то теперь наряду с ними учитывают типизацию, машиноемкость и некоторые другие качества, относящиеся к объемно-планировочному решению и технологии возведения. При этом часто более удачным считается такое решение, в котором собственные качества конструкций могут быть несколько хуже, а потребительские или производственные параметры улучшены. В настоящее время неизвестно, все ли из параметров учитываются и есть ли другие разработки, параметры которых оказывают влияние на целесообразность в данном случае конструктивного, а в общем – каждого рассматриваемого решения.

Такое положение имеет место при выполнении любой проектной разработки. В связи с этим важно выделить группу прямо связанных между собой (взаимозависимых) разработок и тем самым установить совокупность параметров, изменение которых оказывает влияние на качества каждого в отдельности решения, что позволяет рассматривать в дальнейшем эти параметры в единой системе. Для того чтобы построить такую систему, необходимо в первую очередь описать каждую из

рассматриваемых разработок.

Для описания строительных решений используем принятый в первой главе принцип формализации каждой проектной разработки в виде уравнения связи

$$\hat{O}_i(X_i) = 0, \quad (1.158)$$

где  $X_i$  – независимый вектор, объединяющий все параметры, принятые для описания разработки.

Связь параметров в уравнении (1.158) определяется использованием одной из наиболее общих зависимостей. Так, в описании объемно-планировочного решения использовано условие изменения концентрации строительных объемов в здании, для описания строительных особенностей конструктивного решения – закономерность изменения веса конструкции, а в анализе организации и технологии выполнения процессов использованы законы движения и сохранения энергии.

Параметры, которые описывает каждое из упомянутых решений, могут принимать множество разных значений. Из них нужно выбрать такой набор значений, который бы определял наиболее эффективный вариант проекта. Это достигается введением функций цели, которые дают возможность экономически оценивать параметры, входящие в уравнение связи, и позволяют сформулировать единый принцип оценки проектных решений самостоятельными техническими и общим экономическим критерием. Под общим экономическим критерием здесь имеется в виду критерий, который назначается, исходя из требований народного хозяйства в данное время. В зависимости от требований может им быть: срок, стоимость, приведенные затраты, производственные фонды и т. д.

Пользуясь уравнением связи и функцией цели, в данной проектной разработке можно найти значения параметров, которые соответствуют лучшему решению. Для этого достаточно минимизировать общую функцию  $F_I^C$ , представляющую собой математическую модель разработки

$$F_I^C = \hat{O}_{\vec{\theta}_3}^2(\vec{\theta}_3) + \lambda_3 \hat{O}_3(\vec{\theta}_3). \quad (1.159)$$

Полученные в результате технические критерии оптимальности отражают определенную закономерность и сохраняют ее независимо от того, какой из общих экономических показателей будет применен для оценки проектных разработок. Такой подход к выбору оптимальных решений может быть использован не только для отдельных строительных решений, но и при комплексном их рассмотрении с тем, чтобы найти наиболее эффективное общее проектное решение.

### 1.5.2. Метод комплексной оценки проектных решений по возведению строительных объектов

Основные характеристики строительных решений представим в виде функций (рис. 1.47):

$$\begin{aligned}\hat{I} \ddot{I} \mathcal{D} & \quad \hat{O}_1(\ddot{I}^{\circ}, \dot{A}^{\dot{Y}}, \hat{E}^{\mathcal{D}}, \hat{I}^{\dot{I}}) \\ \hat{E} \mathcal{D} & \quad \hat{O}_2(\hat{I}^{\dot{I} \mathcal{D}}, \dot{Y}^{\circ}, \tilde{O}^{\dot{I}}, \dot{O}^{\dot{I}}) \\ \hat{I} \ddot{I} & \quad \hat{O}_3(\hat{I}^{\dot{I}}, \hat{I}^{\dot{I} \mathcal{D}}, \dot{O}^{\dot{I}}, \dot{O}^{\tilde{N}}) \\ \dot{O} \ddot{I} & \quad \hat{O}_4(\hat{I}^{\dot{I}}, \hat{E}^{\mathcal{D}}, \dot{O}^{\dot{E}}, \dot{O}^{\circ}).\end{aligned}\tag{1.160}$$

Чтобы выполнить комплексный анализ этих функций, определим состав и связь параметров в каждой отдельно взятой разработке, что позволяет построить уравнения связи:

$$\begin{aligned}\hat{O}_1(\tilde{O}_1) &= 0; & \hat{O}_2(\tilde{O}_2) &= 0; \\ \hat{O}_3(\tilde{O}_3) &= 0; & \hat{O}_4(\tilde{O}_4) &= 0.\end{aligned}\tag{1.161}$$

Здесь  $\tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \tilde{O}_3, \tilde{O}_4$  – векторы, компоненты которых являются параметрами соответствующих разработок. Состав параметров отдельно взятой разработки и форма зависимости между ними устанавливаются путем построения математической модели (1.159). Для этого на основании известных закономерностей (концентрации, изменения веса, движения или сохранения энергии) разработка описывается совокупностью технических параметров, с помощью которых в ней можно учесть все существенные изменения.

Чтобы из многих возможных значений параметров (компонентов  $\tilde{O}_i$ ), образующих модель разработки, выбрать оптимальный набор, устанавливаются функции цели. Такие функции удовлетворяют два условия:

1 – в них должны входить, хотя бы частично, компоненты соответствующих векторов  $\tilde{O}_i$ ;

2 – минимальному значению этих функций должен соответствовать набор оптимальных величин параметров.

Это видно на примере объемно-планировочных и конструктивных решений зданий. Такие условия сохраняются и для других строительных решений. При этом все параметры, характеризующие решения, могут быть объединены в вектор

$$\tilde{O} = (\tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \dots, \tilde{O}_n)'$$

и функции цели в общем случае будут иметь вид:

$$\hat{O}_{\tilde{O}1}(\tilde{O}), \hat{O}_{\tilde{O}2}(\tilde{O}), \hat{O}_{\tilde{O}3}(\tilde{O}), \hat{O}_{\tilde{O}4}(\tilde{O}).\tag{1.162}$$

Функции (1.161) и (1.162) попарно образуют динамические модели рассматриваемых строительных решений (рис. 1.49). Исследованием каждой пары функций можно установить оптимальные значения параметров для отдельно взятого решения. Лучший вариант проекта в

целом можно определить совместным анализом всех рассматриваемых разработок. Это обеспечивается в результате составления функции  $F^C$ , которая принимает минимальное значение в том случае, когда  $\hat{O}_{\tilde{\theta}_3}(\tilde{O})$  одновременно минимальны, а уравнения связи  $\hat{O}_3(\tilde{O}_3)$  удовлетворяются

$$F^C = \sum_{j=1}^4 \tilde{N}_j^0 \hat{O}_{\tilde{\theta}_j}^2(\tilde{O}) + \sum_{j=1}^4 \lambda_j \hat{O}_j(\tilde{O}_j), \quad (1.163)$$

где  $\tilde{N}_j^0$  является показателем степени важности частных критериев оптимальности при совместном анализе ( $0 \leq \tilde{N}_j^0 \leq 1$ ).

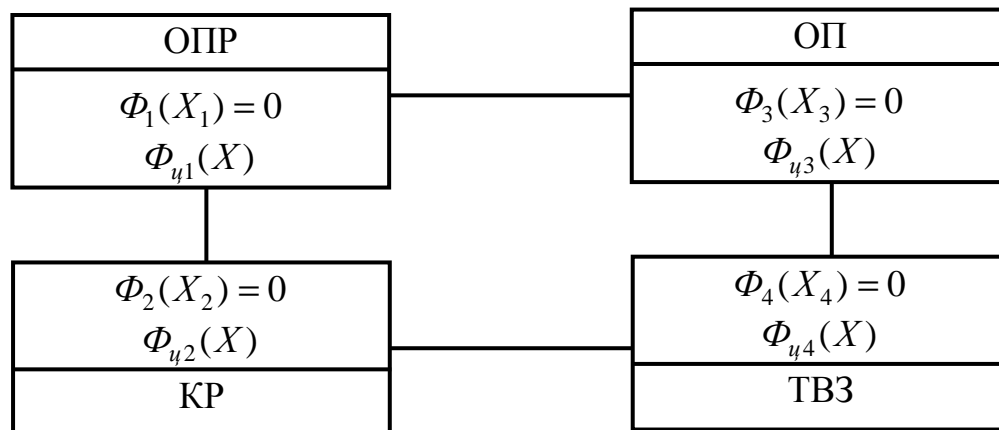


Рис. 1.49 – Динамические модели строительных решений

Минимальное значение функции  $F^C$  определяется решением системы нелинейных уравнений

$$\frac{\partial F^C}{\partial x_j} = 0; \quad \frac{\partial F^C}{\partial \lambda_j} = \hat{O}_j(X_i) = 0; \quad j = 1, 2, \dots$$

Поставленная таким образом задача является задачей вариационного исчисления на условный экстремум и решается известными методами с применением ЭВМ. Эта задача может быть реализована более простым путем – методом последовательных приближений. Например, параметры выбранного объемно-планировочного решения принимаются фиксированными для расчета организации процессов, и наоборот (по линии обратной связи), значения параметров лучшего решения по организации процессов являются заданными для учета их в ОПР. В результате итерации устанавливаются оптимальные значения величин взаимозависимых параметров. В частности, это относится к расчету сроков возведения здания и продолжительности выполнения работ. Принято продолжительность возведения здания определять из оптимального варианта организации всего строительства. Этот срок принимается фиксированным для определения лучшего варианта по организации возведения одного здания. Далее, на основании лучшего варианта организации процессов, устанавливается оптимальная продолжительность выполнения каждого отдельного процесса, которая в свою очередь



является фиксированной для определения периода занятости машин и рабочих по процессам и т. д. При этом степень оптимальности на всех этапах контролируется значением общего экономического критерия.

Таким образом, продолжительность возведения зданий и выполнения процессов (работ) всегда определяется расчетом в результате выбора решений по организации и технологии строительства. При этом методика проектирования построена так, что найденные решения по возведению здания в полной мере учитываются в объемно-конструктивной компоновке и в целом определяют лучший со строительной точки зрения вариант проекта.

### ***1.5.3. Параметры к схеме выбора решений организации и технологии возведения объектов строительства***

Чтобы глубже изучить закономерности производства, в работе принято, что организация и технология возведения зданий объединяют организацию, технику выполнения процессов и технологию изготовления конструкций непосредственно на строительстве. Имеется в виду, что организация характеризует последовательность, направление развития и продолжительность процессов, в результате проведения которых создаются конструкции; техника определяет для каждого из этих процессов схему производства, машины, оборудование и потребность в людях; технология изготовления предусматривает порядок выполнения простых процессов, необходимость и требуемую продолжительность перерывов между их началами, температурный, влажностный и другие режимы производства.

В основу классификации процессов приняты состав участвующих в производстве средств труда (машины, оборудование) и условия взаимодействия их с предметами труда (материалы и элементы конструкций). С учетом этого процессы могут быть разделены на *простые* – совокупность операций над однородными предметами труда, – выполняемые с помощью средств (орудий) труда с одинаковым и неделимым единичным составом; *комплексные*, ограничивающиеся применением одинаковых предметов труда при использовании разных средств труда (они объединяют ряд простых циклично увязанных процессов), и сложные, характеризующиеся использованием разных предметов и средств труда (представляют группу простых и комплексных процессов). Такое деление не только помогает выявить организационные и технологические особенности процессов, но, как будет показано, дает возможность более детально анализировать затраты времени и ресурсов при возведении здания.

***Организация процессов.*** Особенности организации возведения отдельных объектов определяются условиями выполнения сложных процессов, в результате которых создаются разные виды конструкций (каркас, кровля, полы и др.).

Такие процессы в самом общем случае при строительстве здания

могут выполняться в различном порядке и разных направлениях: совмещенно (имеется в виду полное совмещение), поточно и последовательно.

Введем характеристики, которые позволяют оценивать любое из указанных изменений.

Варианты последовательности выполнения процессов определяются возможными перестановками в порядке их проведения.

Если обозначить через  $D^0$  название процесса ( $i = 1, 2, \dots, n_e$ ), а через  $j$  – номер варианта последовательности, то возможные сочетания будут определены матрицей  $A(P_{ij}^0)$ .

Строительные процессы при возведении зданий могут развиваться в трех основных направлениях: по горизонтали, вертикали и диагонали (ступенчатая схема). При этом могут быть разные сочетания развития процессов: в одном из указанных направлений; одной группы – в вертикальном, другой – в диагональном; в горизонтальном, вертикальном и диагональном направлениях; по вертикали и горизонтали и т. д. Если обозначить через  $\tau_z$  величину коэффициента, учитывающего изменение направления развития, где  $z = 1, 2, 3$  – номер направления, то возможные сочетания будут определены матрицей  $B(\tau_{zi})$ .

Во времени процессы, как отмечалось, могут выполняться совмещенно, поточно и последовательно. Существующая система проектирования потока позволяет найти значения временных параметров для каждого из этих способов, приравнявая к единице  $m$  (количество частей здания) или  $n$  (число процессов) в общей формуле продолжительности строительного потока  $T = K(m + N - 1)$ , при ритме  $K$ . Для простоты изложения здесь приведена формула ритмичного потока. Аналогичное выкладки можно провести и для неритмичного потока.

Величины параметров, входящих в это выражение, не характеризуют строительный объем и не позволяют непосредственно оценивать последовательность и направление развития процессов. Принимая  $n_e = n$ ;

$m_o = m = \frac{V_{e0}}{V_{e0}}$ ;  $K = \frac{V_{e0}}{\rho}$  при  $V_{eij} = \text{const}$ , получим продолжительность выполнения организационно связанных процессов:

$$T_0 = \sum_{i=1}^{n_e-1} \frac{V_{e0i}}{\rho_i} + \frac{V_e}{\rho_u}. \quad (1.164)$$

Здесь  $\sum_{i=1}^{n_e-1} \frac{V_{e0i}}{\rho_i}$  – суммарный период между включениями процессов в производство ( $\dot{O}'$ ); а  $\frac{V_e}{\rho_u}$  – продолжительность одного из них, заканчивающегося позднее других;  $\rho_i$  и  $\rho_u$  – интенсивность процессов – объем работ, выполняемый в смену (сутки) по возведению конструкций с номером  $i$  и  $u$ .

В случаях, когда  $V_{\hat{e}ij} \neq \text{const}$ , продолжительность составляет

$$T_0 = \frac{1}{\omega_0} \sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}-1} \frac{V'_{\hat{e}0i}}{\rho_i} + \sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}-1} \left( \frac{V_{\hat{e}i}}{\rho_i} - \frac{V_{\hat{e}i-1}}{\rho_{i-1}} \right) \quad \text{при} \quad V'_{\hat{e}0} = \frac{V_{\hat{e}i}}{m_0}. \quad (1.165)$$

Проведенная замена величин  $K, m, n$  параметрами технологической типизации ОПР позволяет определять продолжительность равно- и разноритмичных процессов (отдельно и в совокупности), а также учитывать последовательность и направление их развития. Для этого суммарная величина времени между включениями видов конструкций в производство  $T'$  выражается произведением

$$T' = \frac{1}{\omega_i} \sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}-1} \frac{V'_{\hat{e}0i} \cdot (P_j^0 \tau'_z)_i}{\rho_i}. \quad (1.166)$$

Коэффициенты  $P_j^0 \tau'_z$  учитывают изменение периодов между включениями видов конструкций в производство в зависимости от сочетаний принятого порядка выполнения  $A(P_{ij}^0)$  и направления развития процессов  $B(\tau_{zi})$ .

Из соотношений (1.165) и (1.166) следует уравнение связи параметров организации процессов:

$$\hat{O}_3(\tilde{O}_3) = \hat{O}_0 - \frac{1}{\omega_0} \sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}-1} \frac{V'_{\hat{e}0i} \cdot (P_j^0 \tau'_z)_i}{\rho_i} + \sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}} \left( \frac{V_{\hat{e}i}}{\rho_i} - \frac{V_{\hat{e}i-1}}{\rho_{i-1}} \right) = 0, \quad (1.167)$$

где  $\sum_{i=1}^{n_{\hat{e}}-1} P_{ij}^0 \tau'_{zi}$  – элементы произведения  $A(P_{ij}^0) \cdot B(\tau_{zi})$ .

Из приведенного выражения следует, что изменения в организации процессов можно охарактеризовать последовательностью выполнения процессов ( $A$ ), направлениями развития их в пространстве ( $B$ ) и продолжительностью – общей ( $T_0$ ) и каждого процесса  $\left( \frac{V_{\hat{e}i}}{\rho_i} \right)$ .

Величины  $V_{\hat{e}}, V_{\hat{e}0}, \omega_0, n_{\hat{e}}$  в (1.167) определяют связь с объемно-планировочным решением и указывают на непосредственную зависимость между строительными особенностями здания и условиями организации возведения объекта.

Выше были рассмотрены особенности организации ряда сложных процессов. Каждый такой процесс состоит из нескольких простых или комплексных. Эффективность последних определяется техникой выполнения при возведении здания. Простые процессы осуществляются различными средствами при разных схемах производства и взаимодействия с предметами труда.

**Технология процессов.** Для определения характеристик технологии возведения здания рассмотрим особенности простых процессов. Целесообразность применения средств труда в этих, как и в других

процессах наряду со стоимостью оценивается количеством получаемой продукции при определенных затратах мощности и времени. Для сравнительной оценки примем величину  $q_0$ , характеризующую главный параметр машины при работе в данном процессе (приведенная емкость ковша, грузоподъемность крана и т. д.), и  $t_{\delta 0}$  – минимальное технически необходимое время цикла в минутах. Тогда количество продукции в единицу времени равно отношению  $\frac{q_0}{t_{\delta 0}}$ . Это отношение определяет

производительность средств единичного состава  $\dot{I}_0$  при полном использовании величины  $q_0$  и времени цикла  $t_{\delta 0}$ , т. е. максимальное количество продукции, которое с помощью данной машины (оборудования) производится за один цикл  $q_0 = \dot{I}_0 t_{\delta 0}$ . Условимся называть эту величину *приведенной производительностью*.

Приведенная производительность средств труда используется в процессе не полностью – по-разному может использоваться величина  $q_0$  и в зависимости от принятой схемы производства, как правило, увеличивается необходимое время цикла. Для оценки средств труда и схемы производства введем коэффициенты использования приведенной производительности  $\eta'$  и увеличения времени цикла  $\eta''$ .

Если принять продуктивность простого процесса  $\rho_0 = \frac{q_i}{t_{\delta}}$ , где  $q_i$  – количество продукции, создаваемое за производственный цикл с продолжительностью  $t_{\delta}$ , то зависимость ее от использования производительности средств труда выразится равенством  $\rho_0 = \dot{I}_0 \eta$ . Преобразуя его, получим

$$\rho_0 = \frac{q_0 \eta'}{t_{\delta 0} \eta''} = \frac{q_0}{t_{\delta 0}} \eta. \quad (1.168)$$

Здесь  $\eta = \frac{\eta'}{\eta''}$  – показатель интенсивности процессов;  $\eta' = \frac{q_i}{q_0}$ ;  $\eta'' = \frac{t_{\delta}}{t_{\delta 0}}$ . Величина  $\eta$  показывает, во сколько раз продукция, созданная в

результате выполнения процесса, меньше той, которая могла быть получена при полном использовании средств труда и времени цикла. Коэффициенты  $\eta'$  и  $\eta''$  позволяют оценивать дифференцированно: первый характеризует рациональность применения оборудования (машин), второй – увеличение времени цикла в зависимости от принятой технологической схемы производства, что позволяет сравнивать разные варианты взаимодействия и движения средств труда. Это необходимо для того, чтобы при проектировании можно было выбрать машины и оборудование не только по стоимости и производительности, но и учитывать, насколько

эффективны принятые схемы движения и работы в цикле производства.

Теперь продуктивность работы, именуемая далее общепринятым термином «интенсивность», для простого процесса будет определяться выражением (1.168).

Продолжительность  $t$  выполнения простого процесса равна отношению  $t = \frac{P_{\hat{e}}}{\rho_0}$ , где  $D_{\hat{e}} \sim V_{\hat{e}}$  – количество продукции в единицах измерения, конструкции. Ряд простых, поточно выполняемых процессов с общей продолжительностью  $t_c$  дополнительно характеризуется величиной  $\tau$ , равной периоду между включением их в производство  $\tau = t_c - t$ . Следовательно,

$$t_c - \tau = \frac{P_{\hat{e}}}{\rho_0}. \quad (1.169)$$

Из условия равенства интенсивностей в выражениях (1.168) и (1.169) зависимость между основными параметрами технологии процессов можно определить уравнением связи

$$\frac{q_0}{t_{\hat{o}0}} \eta = \frac{D_{\hat{e}}}{t_c - \tau}, \quad (1.170)$$

которое показывает, что изменения в технологии процессов характеризуются использованием интенсивности ( $\eta$ ), средствами труда ( $q_0$ ), циклом процессов ( $t_{\hat{o}0}$ ) и периодом между включениями в производство ( $\tau$ ), а также параметрами  $t_c$  и  $P_{\hat{e}}$ , которые зависят соответственно от организации процессов и конструктивного решения.

Связь технологии с организацией процессов устанавливается путем определения зависимости между продолжительностью выполнения каждого процесса  $t_c - \tau$  с одной стороны и их количеством  $\ddot{i}_{\hat{e}}$ , продолжительностью возведения здания  $\hat{O}$  и характеристикой системы организации – с другой. С конструктивным решением технология связана зависимостью  $D_{\hat{e}} = \varphi(\lambda_0, \ddot{i}_{\hat{o}}, D_{\hat{o}})$ . В развернутой форме уравнение связи имеет вид

$$\hat{O}_4(\tilde{O}_4) = \dot{A}_0 k_B \frac{\tau q \eta'}{t_{\hat{o}0} \eta''} - \frac{D_{\hat{o}}}{k_{\hat{o}}} (\lambda_0 + \ddot{i}_{\hat{o}} - 1) = 0. \quad (1.171)$$

Здесь  $\tilde{O}_4(\vartheta_{\hat{a}}, \vartheta_{\hat{o}}, \ddot{i}_{\hat{o}}, \eta', \eta'', q, t_{\hat{o}0}^{\hat{e}})$ ;  $\dot{A}_0$  – число смен в день;  $k_B$  – использование смены;  $D_{\hat{o}}$  – объем работ, выполненный при интенсивности процессов  $\rho$ , модуле цикличности  $k$  и коэффициенте, учитывающем время технологических перерывов  $\lambda_0 = \frac{t_c \vartheta p_{c\hat{a}}}{k}$  между включением рабочих

процессов  $n_p$  при  $\dot{A}_0 k_B \frac{q \eta'}{t_{\hat{o}0} \eta''} = \rho_0$ .

**Взаимозависимость параметров решений зданий и решений по их возведению.** Для того чтобы четко проследить наличие и форму связи между объемно-конструктивной компоновкой и решениями по возведению зданий, приведем вместе компоненты соответствующих векторов (1.167, 1.171):

$$\begin{aligned}\hat{I} \ddot{I} D - \tilde{O}_1(V_{\varepsilon 0}, \omega_0, \xi, \xi'', \chi, \omega_{\varepsilon})', \\ \hat{E} D - \tilde{O}_2(\vartheta_{\hat{a}}, \vartheta_{\hat{o} \hat{\delta}}, \ddot{i}_{\hat{\delta}}, \vartheta_{\hat{n}}, \vartheta_{\hat{A}}, \vartheta_{\hat{\varepsilon}}, \vartheta_{\hat{O}}, \ddot{i}_{\hat{O}})', \\ \hat{I} \ddot{I} - \tilde{O}_3(V_{\varepsilon 0}, \omega_0, \tau_{\hat{y}}', \rho, \ddot{i}_{\varepsilon})', \\ \ddot{O} \ddot{I} - \tilde{O}_4(\vartheta_{\hat{a}}, \vartheta_{\hat{\delta}}, \ddot{i}_{\hat{\delta}}, \eta', \eta'', q_0, t_{\hat{o} 0}, k)'. \end{aligned}$$

Легко можно убедиться, что  $X_1, X_3$  и  $X_2, X_4$  имеют общие компоненты. Следовательно, между ОНР и ОП существуют прямые связи. В такой же связи находятся между собой КР и ТП.

Эти данные раскрывают принятое ранее положение о том, что организация процессов находится в непосредственной зависимости от объемно-планировочного, а технология – от конструктивного решения здания, а также подтверждают: между ОНР и технологией процессов, конструктивным решением и организацией их действительно имеется только косвенная связь (рис. 1.47). Для комплексного выбора решений можно рассматривать непосредственно зависимые друг от друга разработки. При этом приближенная схема расчета с использованием метода итерации может быть следующая (рис. 1.50).

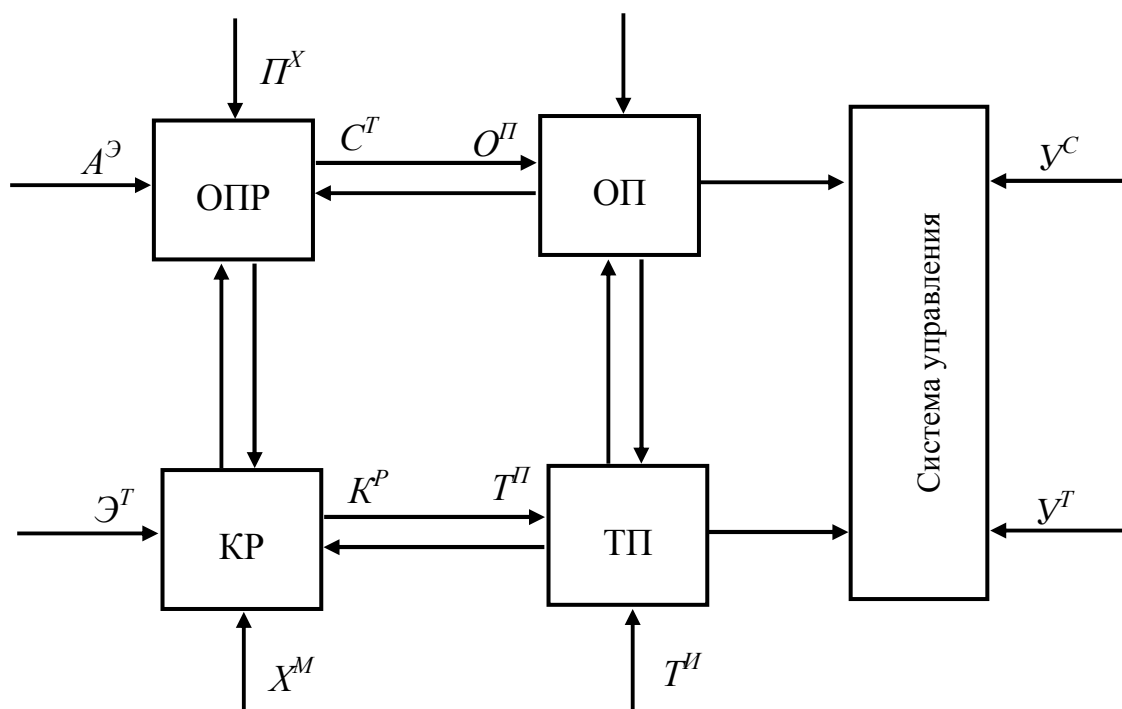


Рис. 1.50 – Приближенная схема расчета с использованием метода итерации

Потребительская характеристика  $\dot{I}_{\delta}$  и архитектурно-эстетические требования  $\dot{A}^{\dot{Y}}$  считаются заданными. На их основании устанавливаются строительные особенности объемно-планировочного решения. Строительные особенности ОНР и сведения о сроках строительства ( $\dot{I}^{\dot{N}}$ ) служат исходными для выбора решения по организации процессов ( $\dot{I}^{\dot{I}}$ ). Полученные здесь результаты являются основанием для разработки решения по организации возведения здания и одновременно по линии обратной связи ( $\dot{N}^{\dot{\phi}} - \dot{I}^{\dot{I}}$ ) учитываются в окончательном варианте объемно-планировочного решения.

Подобным образом определяются строительные особенности конструкций и расчет технологии процессов, которые также согласовываются между собой по прямой и обратной связи ( $\dot{E}^{\dot{C}} \Leftrightarrow \dot{O}^{\dot{I}}$ ). Полученные значения параметров организации и технологии процессов, в свою очередь, согласовываются между собой.

В итоге составляется оптимальное решение по возведению здания. Устанавливаются рациональная последовательность и направление возведения конструкций и частей здания, продолжительность и интенсивность возведения, состав машин и оборудования, эффективные схемы их работы, условия поточного выполнения процессов и др. Значения этих параметров вводятся в систему управления, вводятся также характеристики изменения условий строительства ( $\dot{O}^{\dot{N}}$ ) и уровня техники ( $\dot{O}^{\dot{\phi}}$ ). Они отражают состояние производства в данный период времени.

Таким образом, обеспечивается возможность разрабатывать наиболее эффективные решения по возведению зданий, учитывать их в объемно-конструктивной компоновке и системе управления, а также принимать новые решения при изменении условий на строительстве.

## **1.6. Организационно-технологический генезис эксплуатации объектов строительства (ОС)**

### ***1.6.1. Специфика реализации моделирования эксплуатационного цикла***

Вопросы точного расчета и прогноза всех аспектов устойчивости эксплуатационного цикла ОС анализируются во многих исследованиях, посвященных теоретической оценке надежности и долговечности эксплуатации зданий и сооружений. Выявление количественных закономерностей эксплуатационных этапов ОС и их полной формализации означало бы качественный скачок в технико-экономических обоснованиях и управлении проектами в целом. Однако всякий, кто пытается реализовать эту идею, по мере углубления в суть проблем ощущает размывание первоначально ясных контуров при малейшей попытке решения прикладных задач. Эксплуатационный опыт подтверждает, что точное прогнозирование изменений – практически нереальная задача. На

этапе эксплуатации присутствует неопределенность, обусловленная как внутренними свойствами системы ОС, так и объективной неполнотой сведений о реализации жизненного цикла конкретного объекта, связанная с отсутствием аналогов и индивидуальностью большинства параметров объектов. Цикл эксплуатации ОС развивается как открытая система, подверженная многообразным воздействиям со стороны внешней среды данной системы – инфраструктуры и экосистемы, а также связанная множеством ограничений на допустимые изменения. Современные условия эксплуатации демонстрируют отчетливую тенденцию усиления внешних воздействий на сооружения и рост динамики подобных воздействий.

Продолжительность надежной эксплуатации ОС при усиливающихся негативных техногенных воздействиях сокращаются как за счет ускорения физического износа собственно конструкций сооружения, так и за счет воздействий, превышающих потенциал устойчивости отдельных компонентов природной сферы (например, подвижки или снижение несущей способности оснований). Такая ситуация становится типичной в последнее время для индустриально развитых селитебных территорий, где большое число источников загрязнения биосферы не дает возможности определить степень влияния конкретного производства на природную среду. Динамика такова, что совместная эксплуатация многих строительных и производственных объектов, обслуживающих потребности крупных мегаполисов и промышленных производств, концентрируют в себе огромные запасы различных видов энергии, искусственных материалов и вредных веществ. Это превращает подобные объекты с одной стороны, в постоянный источник растущей техногенной опасности, с другой стороны – в объект, подвергающийся этой же техногенной опасности. Обе стороны данного процесса ведут к возникновению аварий. Воздействия агрессивной внешней среды здесь проявляются все более остро. В условиях плотно застроенных городских территорий аварии практически всегда сопровождаются чрезвычайными ситуациями. При этом, как показывает опыт, использование в производстве новых технологий очень часто не только не снижает уровень опасности, но и вызывает появление качественно новых видов негативных техногенных воздействий.

Исследования показывают, что вся совокупность воздействий на параметры реализации эксплуатационного цикла ОС может быть разделена на три группы факторов (рис. 1.51):

- нормируемые факторы, которые могут быть изучены с помощью детерминированных моделей;
- ненормируемые факторы, которые могут быть проанализированы на основе вероятностных моделей и экспертных методов;
- непредсказуемые факторы, которые могут быть учтены только с помощью постоянного наблюдения и оперативного реагирования на проблемную ситуацию.



Каждая группа требует разработки адекватных моделей оценки. Нормируемые и ненормируемые факторы учитываются детерминированными и вероятностными моделями на стадии проектирования в составе технико-экономических обоснований.

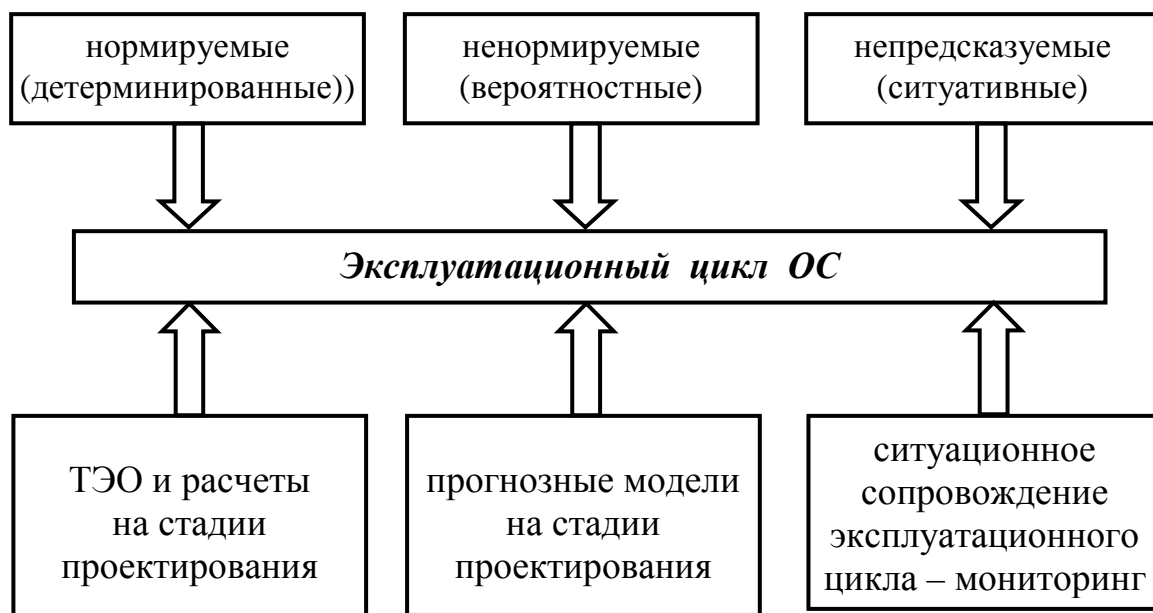


Рис. 1.51 – Группы факторов реализации эксплуатационного цикла ОС и специфика их моделирования

Непредсказуемые воздействия на ОС приводят к неопределенности развития эксплуатационного цикла в целом. На практике неопределенность далеко не исчерпывается статистическими трактовками закономерностей и вероятностными распределениями. В строительстве мы очень часто имеем дело с индивидуальными, неповторяющимися и существенно нестационарными процессами, и прежде всего – с самим объектом строительства, который по тем или иным параметрам всегда уникален.

Признание стохастической природы развития стадии эксплуатации ОС определяет значимость ситуационного подхода к решению различного уровня организационно-технологических задач, возникающих в процессе эксплуатации. Ситуационный подход предполагает постоянные наблюдения за текущим состоянием ОС и разработку адекватных моделей ситуационного сопровождения изменений. Причины превращения эксплуатации ОС в стохастический процесс связаны с накоплением источников неопределенности предшествующих стадий ЖЦ (рис. 1.52).



Рис. 1.52 – Источники неопределенности параметров эксплуатационного цикла ОС

На этапе структуризации некоторой общественной потребности и формирования концепции сооружения, т. е. в начале жизненного цикла проекта, определяются основные цели проекта и пути их достижения. При этом разработка возможных альтернатив происходит всегда в условиях минимума исходной информации о будущем сооружении. Объективно существующая нехватка информации в начале проектирования определяет вероятность ошибок замысла проекта.

На стадии проектирования вероятны несоблюдения требований нормативных документов; ошибки в расчетах, несогласованность

чертежей, расчетов и пояснительных записок различных функциональных подсистем проекта; нарушения производственных инструкций, внесение несогласованных изменений решений, принятых на предыдущей стадии проектирования и т. п. Изучение неопределенностей, заложенных в проекте, позволяет разделить их на квалификационные и конструкционные ошибки. Первая группа – ошибки, вызванные недостаточной квалификацией проектировщиков, а также возможная небрежность при проектировании. Причиной внеплановых отклонений, помимо явного нарушения проектных норм, могут стать и так называемые «добросовестные заблуждения» проектировщиков в части проекта, которая разрабатывается только на основе профессионального опыта и интуиции. Сюда относятся ошибки в конструкциях, при существующем на момент проектирования недостаточном уровне общего развития теории и практики конструирования и расчета ОС. К добросовестным заблуждениям можно отнести, например, завышение оценки свойств прочности и долговечности строительных материалов, которые, казалось бы, достоверно обоснованы научными исследованиями. В частности это относится к переоценке защитных антикоррозионных качеств бетона по отношению к арматуре, имевших место в 60-70-е годы. Считалось, что эксплуатационный цикл железобетонных конструкций превышает 100 лет, и, следовательно, необходимость в ремонте объектов возникнет не скоро. Анализ результатов выполненных обследований технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях несилового разрушения конструкций в результате температурного, влажностного и коррозионно-агрессивного воздействия показал значительное снижение срока эксплуатации. Несущая способность и долговечность бетонных конструкций снижается в результате воздействия влаги, растворов кислот, других факторов агрессивной внешней среды. Ускоряются такие типичные повреждения, как разрушение бетона за счет реакции между щелочью, содержащейся в цементе, и заполнителем, местная коррозия арматуры. К серьезным аварийным последствиям могут привести и скрытые процессы местной коррозии арматуры, не выявленные своевременно.

К причинам трудно предсказуемого развития эксплуатационного цикла ОС относится наличие неопределенности, связанной с характерной для строительных объектов неполнотой сведений о его параметрах, вследствие чего нормативные нагрузки часто неточно отражают реальные нагрузки и иные воздействия. С усложнением объекта возрастает и количество критериев его оценки. Многокритериальность и большая размерность задач количественной оценки эффективности ОС фактически не позволяют дать ответы на все проблемы эксплуатации в проекте. Согласно некоторым исследованиям, количество ошибок и просчетов растет не линейно, а пропорционально квадрату сложности систем.

Процессы познания новых закономерностей происходят постоянно, при этом нормы, правила и стандарты, на которых основываются исследования и расчеты технико-экономических обоснований,

проектирования и подготовки производства, требования к качеству строительных работ и материалов существенно изменяются. Как следствие, объективное несовершенство нормативной базы, трансформируясь в недостатки норм, становится впоследствии одним из источников неопределенности на стадиях строительства и эксплуатации объекта. Эксплуатационные нормативы и стандарты совершенствуются в соответствии с развитием внешних условий и возможностей современных технологий. и если в новом строительстве подобное обновление стандартов и расчетов учитывается в проекте, то для значительно изношенных основных фондов задачи определения состояния ОС, несущей способности, ремонта и технического содержания становятся более значимыми, чем проектирование и строительство новых объектов.

Сумма проектных неопределенностей обычно приводит к искажению первоначальной расчетной схемы сооружения. Это, в свою очередь, становится причиной неопределенности в распределении нагрузок и дополнительных усилий в конструкциях и узлах.

Неопределенность реализации жизненного цикла сооружения на стадии эксплуатации усиливается за счет причин, свойственных этапу строительства. Это могут быть отклонения от проекта во время возведения здания, низкое качество материалов, нарушения технологии и организации строительного производства. Различные дефекты строительства ОС можно также разделить на две основные группы. К первой относятся те из них, которые связаны со сложностью принятой технологии строительства, недостаточной ее изученностью, изменением свойств материалов. Ко второй – явный строительный брак, отступления от принятых стандартов, нормативных документов и проектных решений.

На этапе эксплуатации вероятность отклонений параметров, отказов элементов и подсистем объекта увеличивается за счет прибавления к недостаткам проектирования и строительства источников неопределенности, свойственных стадии эксплуатации. Период эксплуатации сооружения является наиболее длительной стадией жизненного цикла объекта. Все функциональные подсистемы постоянно подвергаются внешним воздействиям. В течение десятилетий эксплуатации реальные условия работы элементов и конструкций изменяются очень сильно. Если в проекте конструкция прогнозировалась на работу в условиях расчетных внешних воздействий и их сочетаний, то с течением времени количество воздействий, величина и сочетание изменяются в силу объективных и субъективных причин. Множество конструкций и инженерных систем объекта выполнены из разных материалов, работающих в различных напряженно-деформированных состояниях. Способы проектных расчетов элементов системы опираются на ряд допущений и предположений, которые в той или иной степени искажают реальные условия работы конструкций ОС. Как результат, при длительной эксплуатации неизбежно накапливается перераспределение усилий в конструкциях.

В последние годы к вышеуказанным причинам добавляется возрастающая агрессивность внешней среды, оказывающая дополнительные дестабилизирующие воздействия на эксплуатируемый объект. В течение цикла эксплуатации сооружение подвергается непредсказуемым дестабилизирующим воздействиям различной природы и интенсивности. В таких условиях простое соблюдение имеющихся норм эксплуатации уже не является гарантией устойчивой реализации расчетного эксплуатационного цикла объекта. На строительных объектах в последние годы наблюдается множество аварийных ситуаций, обусловленных неблагоприятными экологическими процессами. Ухудшение реальных условий содержания строительного объекта по сравнению с заложенными в проекте, нарушения режимов эксплуатации, превышение расчетных нагрузок и их сочетаний являются общими проблемами функционирования сооружений. В итоге ОС эксплуатируется не в проектных, а в реальных динамических условиях внешней среды.

Проблемы устойчивой эксплуатации ОС усугубляются также тем, что необходимые аспекты технологичности эксплуатации и ремонтпригодности ОС в проектах практически не рассматривались. По этой причине организация и проведение обследований конструкций в условиях действующих производств представляют большую сложность из-за плохой доступности конструкций, небезопасности работ по обследованию и т. д., из-за чего удается получить недостающий объем информации.

В открытой системе эксплуатационного цикла невозможно формализовать и регламентировать все параметры, нагрузки и их комбинации. Задача определения связей причин и последствий неопределенности систем ОС в математической постановке однозначного решения не имеет, возможно лишь определить некоторые множества представляющих интерес характеристик объекта  $x_k : x_k \subset X$ . При разработке алгоритма подобной прикладной задачи принципиально важно различать наличие неопределенности, подчиняющейся вероятностными законами, и неопределенности, для описания которой законы теории вероятностей неприменимы.

В течение цикла эксплуатации объект строительства как система может обнаруживать сложное поведение, однако функционирование системы возможно только при соблюдении допустимых границ изменения основных параметров ОС. В формализованной постановке эксплуатирующаяся система ОС считается устойчивой, если она сохраняет требуемые свойства в условиях действия возмущений. Под возмущением понимается любое воздействие на систему, переводящее ее из одного состояния в другое. Если фактические параметры системы обозначить как  $F(t)$ , то:

$$F(t) = \frac{d^n x}{dt^n} + a_{n-1}(t) \frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} + \dots + a_0(t)x, t \geq 0. \quad (1.172)$$

Сущность устойчивости эксплуатационного цикла состоит в том, что влияние достаточно малых (допустимых) возмущений  $x$  начальных значений функции во все моменты времени  $t$ , следующие за начальным моментом  $F(t)$ , остается в любых заранее заданных границах. Устойчивость является свойством всей системы и может быть обоснована в какой-либо ее отдельной части или подсистеме. Система ОС может быть определена как устойчивая, если она в течение цикла эксплуатации сохраняет:

- функциональное назначение;
- стойкость к внешним воздействиям;
- способность к восстановлению функционирования.

Если предположить, что некоторая функция  $F_{np}(t)$  (где  $t$  – продолжительность цикла эксплуатации) отображает заданные в проекте законы изменения эксплуатационных состояний ОС, то нарушения устойчивости цикла эксплуатации происходят, когда в процессе эксплуатации системы ее параметры отличаются от  $F_{np}(t)$ . Теоретически, должна существовать некоторая функция, которая с требуемой степенью адекватности описывает реальные законы изменения эксплуатационных состояний объекта  $F(t)$  с учетом неопределенности, присущей его внутренним свойствам. Содержание данной функции – интегральная оценка некоторой совокупности функций, описывающих отдельные признаки сложной системы:

$$F(t) = f_1(t) + f_2(t) + \dots + f_k(t), \quad (1.173)$$

где  $k$  – необходимое и достаточное количество признаков информационной модели ОС.

В состав интегральной оценки текущего эксплуатационного состояния ОС могут входить характеристики деформаций несущих конструкций, изменений плановых отметок ОС и т. д.

Задается некоторое значение  $F(t_0)$ , по отношению к которому значение функции  $F(t_1)$  будет рассматриваться как реализация некоторой стратегии или заданного в проекте изменения эксплуатационных состояний системы. В течение цикла эксплуатации система подвергается воздействию случайных дестабилизирующих воздействий внешней среды. Они могут в той или иной степени внести коррективы в достижение стратегии  $F(t_1)$ . Очевидно, что существует определенная область допустимых значений функции в окрестности точки  $F(t_0)$ , в пределах которой отклонение значений функции  $F(t)$  от значений  $F(t_1)$  не приведет к стратегически значимому изменению показателей функции в точке  $F(t_1)$ , т. е. будет гарантирована устойчивая эксплуатация ОС. Данный интервал значений выражает специфическое качество системы, которое может быть определено как способность системы воспринимать случайные, возмущающие воздействия определенным образом, которое в

рассматриваемой прикладной задаче составляет адаптационный ресурс ОС. При этом интервал значений  $\Delta F = F_a - F_i$  может быть определен как количественная мера устойчивости, где:  $F_a$  – верхнее значение функции  $F(t)$ ,  $F_i$  – нижнее значение функции  $F(t)$ , при которых сохраняются стратегически значимые эксплуатационные показатели системы.

По содержанию функции  $F(t)$  под данной зависимостью понимается не функция, отражающая некоторый проектно-теоретический цикл эксплуатации объекта  $F_{np}(t)$ , а функция, отражающая реальное состояние эксплуатируемой системы с учетом внутренней неопределенности, присущей ОС. Соответственно этому эксплуатационные параметры системы смещаются на определенную величину  $\Delta F_s$ :

$$\Delta F_s = F_{np}(t) - F(t), \quad (1.174)$$

где  $\Delta F_s$  – смещение параметров объекта за счет внутренней неопределенности.

Представив изменения состояний системы в течение эксплуатации в виде функции  $F(t)$ , областью определения которой является период времени от начала эксплуатации  $t_0$  до ликвидации сооружения  $t_{\text{ликв}}$ , рассмотрим понятие возмущающего воздействия во временной шкале.

Определим момент времени  $t_0$  как начало некоторого возмущающего или дестабилизирующего воздействия внешней среды. Дальнейший период в цикле эксплуатации объекта будет характеризоваться моментом времени  $[t_y - t_x]$ , в течение которого происходит изменение значений функции  $F(t_y)$  до некоторого значения  $F(t)$ , характеризующего некоторое стабилизированное состояние системы. Период времени  $[t_y - t_x]$  можно назвать периодом снижения эксплуатационных свойств объекта. В течение указанного периода времени вырабатываются и реализуются некоторые управляющие воздействия, в результате которых в следующий период времени  $[t_z - t_y]$  фиксируется некоторое новое состояние системы. При этом момент времени  $t_z$  можно определить как начало реализации очередного эксплуатационного состояния системы. Следующий период времени  $[t_1 - t_z]$  между значением  $t_z$  и моментом начала следующего дестабилизирующего воздействия  $t_1$  можно определить как период повышения эксплуатационных свойств объекта.

В течение цикла эксплуатации объект строительства как система периодически проходит одну и ту же последовательность состояний, которую можно определить как траекторию эксплуатационной устойчивости. При этом система может быть устойчивой, неустойчивой или безразлично устойчивой по отношению к отдельному возмущению или их сочетанию.

ОС испытывает дестабилизирующие воздействия, носящие стохастический характер, что является причиной колебаний характеристик  $F(t)$ . Задача выявления текущих фоновых значений  $F(t)$  требует постоянного отслеживания эксплуатационных ситуаций, оперативного анализа причин и направленности изменений нагрузок, условий работы элементов и конструкций, вероятных последствий наблюдаемых изменений (дефектов, деформаций, подвижек, снижения несущей способности оснований и т. п.) и устранения прогрессирующих дефектов и воздействий до того, как они превысят адаптационный ресурс объекта. Это решается с помощью систем постоянного наблюдения: мониторинга производственных и эксплуатационных процессов и параметров, разработки соответствующих методов и средств измерений и анализа процессов. Практика строительства и эксплуатации зданий свидетельствует о том, что мониторинговая диагностика и оперативный анализ результатов наблюдений позволяют учитывать динамику состояния объекта и внешней среды и за счет этого более чем на 40-50% уменьшить неблагоприятные воздействия на сооружение. Признание стохастической природы развития стадии эксплуатации ОС приводит к переосмыслению роли неопределенностей и случайных факторов, которые ранее не учитывались должным образом, и открывает новые возможности для анализа воздействия этих факторов.

Объективные закономерности эксплуатации ОС адекватно отражает ситуационный подход, моделирующий объект в виде системы, которая должна сохранять устойчивость под влиянием внутренних и внешних дестабилизирующих воздействий, ограничений и связей.

Задачи реализации эксплуатационного цикла ОС в силу специфики строительства не могут быть решены полностью в проекте. Требуется постоянный контроль, отслеживание реальных ситуаций, генетический анализ их развития и оперативное устранение негативных изменений. Инструментом обеспечения устойчивой эксплуатации объекта в условиях неопределенности должен стать эксплуатационный мониторинг и модели аналитического и прогнозного сопровождения ситуационных изменений проектных параметров.

#### ***1.6.2. Концепция прогнозирования эксплуатационного цикла***

Совокупность эксплуатационных затрат за весь период существования здания значительно превышает единовременные затраты на его строительство. Такое соотношение реализуется в объективных условиях строительства, при которых решения, принимаемые в проекте, во многом однозначно определяют дальнейшее развитие ЖЦ ОС. Это, по существу, означает, что эффективность инвестиций в строительстве базируется на учете всех вероятных требований и ограничений эксплуатационных стадий в начале проектирования.

Анализ соответствия объекта многочисленным разнохарактерным требованиям является многокритериальной задачей, практические методы



решения которой могут быть объединены в два концептуально различных подхода: инженерный и инвестиционный (рис. 1.53).

Характеристики	Инженерный подход	Инвестиционный подход
<i>представление объекта оценки</i>	ОС как инженерно-конструктивная и технологическая система	ОС как товар на специфическом рынке недвижимости
<i>анализируемый период ЖЦ</i>	строительство здания, монтаж инженерно-технологического оборудования	эксплуатация объекта инвестиций
<i>специфика факторов влияния</i>	длительность проектно-строительных работ	постоянная несбалансированность рынка недвижимости
	специфически большая продолжительность эксплуатационного периода	нерегулярная основа сделок с недвижимостью
	законодательное и ведомственное регулирование и ограничения	деление рынка недвижимости на сегменты с особыми условиями
	привязка объекта к земельному участку	децентрализованность информационного обеспечения
	уникальность каждого объекта строительства	конфиденциальность данных о сделках
<i>Информационное обеспечение</i>	внутренние закономерности функциональных подсистем объекта	характеристики инфраструктуры (факторы влияния, внешние по отношению к объекту)
<i>цель оценки</i>	наименьшие затраты на строительство	наилучшее функциональное использование земельного участка как объекта инвестирования
<i>реализация эффекта</i>	снижение затрат на строительство, ремонт и реконструкцию здания	повышение доходности инвестиций за счет наилучшего функционального использования здания

Рис. 1.53 – Характеристики методологических подходов к оценке эффективности эксплуатационного цикла объекта

В инженерном модуле объект строительства традиционно рассматривается в виде инженерной конструктивно-технологической системы. Отражением инженерного подхода к оценке объекта является технико-экономическое обоснование проекта. Все подсистемы проектируемого объекта оцениваются на соответствие применяемым строительным нормам и правилам, технологическим стандартам, регламентам качества и законам в области охраны окружающей среды. Как правило, выбирается наиболее экономичный вариант проекта. При этом исходную информацию для оценки составляют результаты проектных изысканий, закономерности функционирования инженерно-конструктивных подсистем объекта, технико-экономические расчеты, профессиональный опыт разработчиков проекта. В рамках инженерного модуля одним из перспективных методов повышения эффективности

проектных решений является отработка ОС на эксплуатационную технологичность. Конструкции, инженерные и технологические системы здания проектируются с учетом особенностей эксплуатации, неизбежной необходимости ремонта, модернизации, внутриотраслевого перепрофилирования и, в конце концов, демонтажа оборудования, конструкций и объекта в целом. Разработка конструктивных и технологических подсистем с позиций удобства реализации эксплуатационных стадий жизненного цикла объекта дает возможность сократить затраты на устранение физического и морального износа здания, связанного с появлением новых, более прогрессивных материалов, конструкций и технологий. За счет учета эксплуатационной технологичности оптимизируются продолжительность и последовательность эксплуатационных стадий жизненного цикла здания и снижаются затраты на устранение физического и морального износа.

Инвестиционный модуль, объединяющий вторую группу методов оценки проектируемых объектов, основывается на прогнозировании наилучшего функционального использования здания как одного из возможных объектов инвестирования. Согласно данному подходу здание и земельный участок являются товаром на специфическом рынке объектов недвижимости. Исходя из этого планируется жизненный цикл инвестиционного строительного проекта. В методах оценки наилучшего использования здания, сооружения и земельные участки принимаются сопоставимыми по уровню способности удовлетворять определенные потребности владельца и приносить ему прибыль.

Рынок объектов недвижимости обладает рядом особенностей, которые вытекают из специфики строительного производства. Во многих сегментах рынка, например рынке сырья или промышленной продукции, практически в любой момент времени известна курсовая цена товара на биржах. В строительстве особо длительные сроки эксплуатации зданий и сооружений приводят к тому, что сделки совершаются относительно редко и на нерегулярной основе. А если учесть, что разработка проекта нового строительства, модернизации или реконструкции существующей застройки требует значительного времени на проектные проработки, становится понятным происхождение термина «недвижимость». На рынке недвижимости предложение всегда в той или иной степени отстает от спроса, а инвестиционные потоки недостаточны или избыточны относительно динамики спроса. Как следствие, несбалансированность рынка недвижимости – объективная и постоянная его особенность. По сравнению с другими сегментами рынка, недвижимость в большинстве стран подвергается значительно большему регулированию. Правительственные, региональные, административные, законодательные, ведомственные и другие виды ограничений делят открытое рыночное пространство объектов строительства на множество мелких сегментов с особыми условиями. Любой ОС неразрывно связан со своим местоположением, а следовательно, эффективность инвестиций в

строительство определяется социально-экономическими, политическими, экологическими процессами и состоянием региона строительства. Привязка здания к участку застройки является причиной децентрализации информационного обеспечения оценки и вынужденных допущений в сопоставимости проектных альтернатив и земельных участков.

Как следствие циклов социально-экономического развития инфраструктуры ОС, появления новых потребностей, материалов и технологий в строительстве, происходят моральный износ функционального назначения и обесценивание ОС, изменение функционального зонирования территории и другие объективные процессы. Для подавляющего большинства объектов инвестор, как правило, не в состоянии изменить или проконтролировать подобные процессы. Исключение могут составить особо крупные комплексы и производственные предприятия, определяющие технологическое и экономическое развитие целых регионов. Поэтому цель инвестиционного подхода к оценке эффективности строительства – научное прогнозирование наилучшего функционального использования недвижимости. Для этого используются методы анализа соответствия динамики разработки новых технологий и стадий жизненного цикла производственных объектов – закономерностям роста, стабильности, упадка или возрождения инфраструктуры территории застройки и региона в целом. Информационное обеспечение обоснования наилучшего использования объекта недвижимости составляют в основном данные о внешних по отношению к объекту факторах влияния: социально-экономические тенденции развития будущей территории застройки, общее экономическое состояние региона и страны в целом, образовательный уровень и занятость населения региона, экологические характеристики планируемого производства и региона, данные об эксплуатации функционально схожих объектов и сооружений. Подобные сопоставления позволяют с обоснованной степенью точности прогнозировать не только экономически целесообразное функциональное использование объекта, но и оптимальную продолжительность эксплуатационного цикла здания. Инвестор или владелец недвижимости, таким образом, получает возможность проанализировать вероятные причины морального износа и с учетом этого обосновать наиболее эффективную продолжительность и последовательность эксплуатационных стадий объекта. В результате наилучшим может быть признано как одно функциональное использование, так и плановая смена эксплуатационных циклов с изменением структуры и функционального назначения ОС.

Инженерный и инвестиционный подходы моделируют жизненный цикл ОС и оценивают его эффективность с различных точек зрения. Отличие заключается в первую очередь в оценке предстоящих затрат. В традиционном технико-экономическом обосновании проекта, составляющем содержание инженерного подхода к оценке, наилучшими проектами считаются те, которые требуют наименьших затрат на

строительство. А в инвестиционном подходе выявляется тот проектный вариант, который принесет максимальный и быстрый доход от инвестиций. Несмотря на то, что цели и методы строительных и инвестиционных методов различаются, оба подхода изучают один и тот же материальный объект, обладают широкой областью информационного пересечения, ресурсы которой используются и проектировщиками, и оценщиками недвижимости. Сравнительный анализ основных характеристик двух подходов показывает, что они различаются, но не противоречат друг другу.

Несомненно, что использование только строительного или инвестиционного подхода к оценке приводит к одностороннему взгляду на проектируемый объект и неполному использованию резервов эффективного освоения инвестиций. Не используются возможности экономии инвестиций за счет исследования и прогнозирования динамики жизненного цикла ОС после сдачи в эксплуатацию. С другой стороны, инвестиционный подход к оценке не использует резервы эффективности инвестиций за счет повышения эксплуатационной технологичности и приспособленности конструкций и инженерных систем объекта к требованиям «послестроительных» стадий жизненного цикла.

Совместный анализ оценок, полученных на основе различных подходов, позволил бы сформировать более обоснованное проектное решение, в меньшей степени подверженное влиянию субъективных факторов. Исследования показывают, что выработка единого методологического подхода в области анализа полного жизненного цикла ОС становится актуальной необходимостью. Единый подход к прогнозированию эффективности проекта в процессе строительных работ и в сфере инвестиций даст возможность:

- максимально объективно обосновать выбор проектного решения;
- определить оптимальное соотношение стоимости объекта и затрат на его эксплуатацию;
- составить прогноз экономически целесообразной продолжительности и последовательности стадий эксплуатации, модернизации, реконструкции или перепрофилирования объекта.

Для обоснования вероятностных факторов реализации эксплуатационного цикла ОС разработана концепция прогнозирования ЭЦ, включающая два модуля обработки информации (рис. 1.54).

В первом модуле прогнозируется динамика инфраструктуры земельного участка: вероятные изменения внешних требований к будущему объекту в течение планируемого срока эксплуатации. С этой целью может быть адаптировано и использовано наработанное программное обеспечение управления проектами в сфере оценки недвижимости. Прогнозируется наилучшее функциональное использование земельного участка и соответствующие этому продолжительность и последовательность эксплуатационных стадий. Во втором модуле определяется потенциал multifunctionality основных

объемно-конструктивных параметров на основе исследований тенденций развития проектируемого производства или функционального назначения ОС. Конструктивные схемы и параметры элементов здания анализируются с позиций удобства осуществления монтажных, профилактических, ремонтно-строительных, демонтажных и других работ эксплуатационных стадий, определенных на первом этапе оценки. В результате к дальнейшему проектированию принимается вариант, обоснованный как с позиций инвестиционного подхода (наилучшее использование, экономичность), так и с позиций строительного производства.

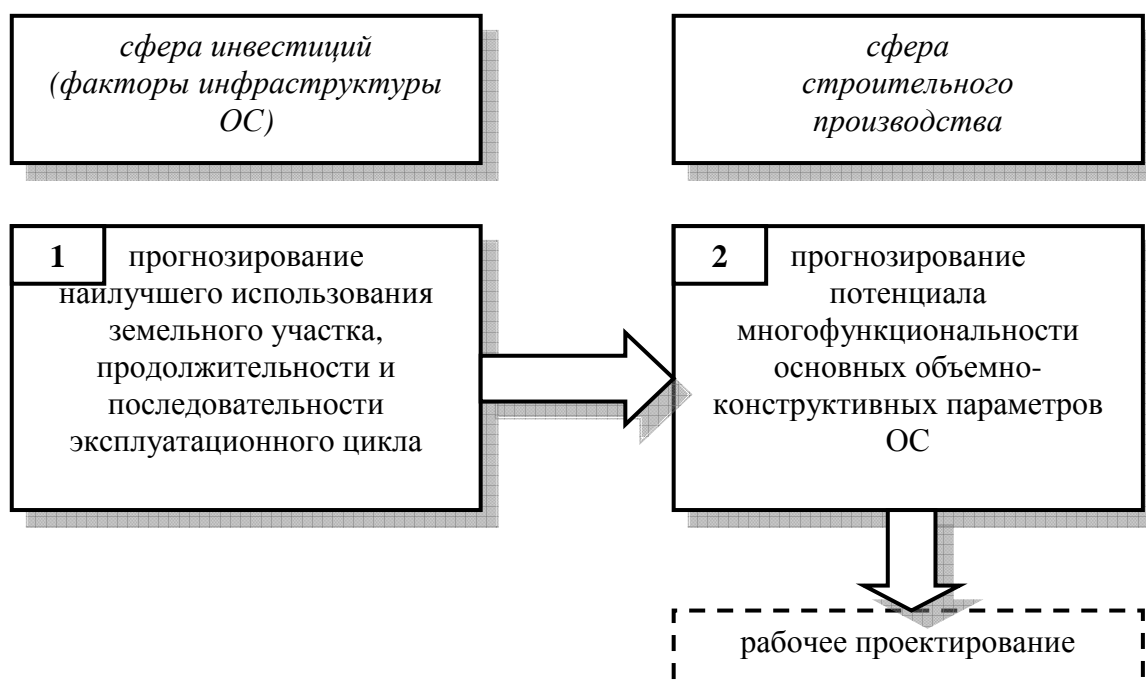


Рис. 1.54 – Концепция прогнозирования эксплуатационного цикла ОС

Предлагаемая концепция прогнозирования позволяет на начальных этапах проектирования прогнозировать продолжительность и последовательность этапов эксплуатации и соответствующих комплексов организационно-технологических работ, обоснованно выбирать инвестиционные решения и варианты решений инженерно-конструктивных подсистем ОС. Концепция единого прогнозирования дает возможность учесть и увязать интересы и условия заинтересованных сторон: заказчика, подрядных проектно-строительных фирм, реализующих инвестиционный проект, потребителя будущей производственной продукции. Единый методологический подход к оценке, реализованный на начальных стадиях проектирования, обеспечивает комплексный и всесторонний анализ целесообразных инвестиционных схем и проектных вариантов с соответствующим эксплуатационным потенциалом.

Основываясь на инвестиционной концепции оценки, эксплуатация здания или сооружения принимается эффективной, если функциональное использование участка на данный момент времени является наилучшим из возможных вариантов, а функциональные параметры строительного

объекта соответствуют требованиям строительных норм и эксплуатационной технологичности. В странах со стабильной экономикой считается, что стоимость ОС показывает, в том числе, и эффективность его эксплуатации. При этом необходимо подчеркнуть, что различные цели оценки достигаются посредством разных видов стоимости и принципов оценки данного вида недвижимости. Один объект (и производственное, и коммерческое, и жилое здание) может иметь разную стоимость в зависимости от целей оценки, что требует исследования эксплуатационной составляющей в стоимости.

Выделяют три подхода к методам оценки объектов недвижимости: *рыночный, затратный и доходный*. В силу относительной доступности исходной информации и простых методов расчета на практике широко используется рыночный подход. Он базируется на сравнительном анализе информации о предшествующих продажах аналогичных объектов и земельных участков. В рыночном подходе принимается допущение – объекты недвижимости сопоставимы с точки зрения потребительских качеств. Сравнение продаж основывается на статистической надежности ретроспективной информации о сделках. Это означает, что если оценивается проектное решение или существующий объект и имеется массив данных по однородным сделкам в стабильной ретроспективе, то применимы все методы оценки, объединяемые рыночным подходом. Достоверность расчетов снижается, если участок застройки и ОС обладают большим числом индивидуальных проектных характеристик, если предшествующие сделки совершались в различных условиях, при сезонных колебаниях цен, при различной функционально-планировочной структуре окружающей застройки, при влиянии других существенных факторов. Рыночный подход может быть неприменим при нестабильной ретроспективе: при отсутствии данных о сопоставимых сделках, при изменении законодательства в области строительства, при особых условиях и несбалансированности рынка. Оценка на основе сравнительного подхода дает возможность определить границы стоимости оцениваемого объекта. Такие стороны строительного инвестиционного проекта, как, например, использование новых разработок и перспективных решений, требуют других методов оценки.

Затратный подход к определению стоимости существующего ОС основывается на том, что объект не стоит больше, чем стоило бы строительство аналогичного по функциональному назначению, качеству и местоположению объекта, с поправками на износ. Методы расчета стоимости существующего здания в затратном подходе имеют сходство с методом сметного расчета строительства нового здания и расчетом по укрупненным строительным нормам. Затратный подход в наибольшей степени объединяет инвестиционную и инженерную концепции оценки. Итоговая оценка складывается из стоимости земельного участка, стоимости возведения нового аналогичного здания, уменьшенной на величину износа здания. Затратный подход применяется при оценке

зданий с нетиповыми конструктивными и инженерно-планировочными решениями для целей страхования, поскольку страховое возмещение ущерба обычно базируется на затратах по восстановлению объекта. Такой подход используется при недостатке данных о сравнимых продажах и позволяет обосновать ориентир стоимости возведения аналогичного объекта.

Доходный подход к оценке недвижимости основан на предположении, что стоимость ОС определяется текущей стоимостью всех доходов, которые принесет данная недвижимость за период эксплуатации. Т. е. инвестиции в ОС не должны превышать текущей стоимости будущих доходов от эксплуатации здания и продажи его в планируемый период времени. Доходные методы оценки позволяют проанализировать наиболее эффективную эксплуатацию здания как доходного объекта.

Три подхода базируются на разной исходной информации и методах расчета и дают различные значения стоимости объекта. На практике, в зависимости от целей и ситуации оценки, обеспеченности исходной информацией и ее качества, может применяться несколько наиболее подходящих методов. Расчет различных видов стоимости объекта, анализ причин различий служат основой для принятия решения относительно наилучшего функционального назначения здания, необходимости расширения, реконструкции или сноса строений.

Исследования, предваряющие определение наилучшей функциональной эксплуатации ОС, базируются на данных, различных по степени укрупнения и уровню охвата факторов влияния. Стратегический уровень охвата факторов позволяет получить представление об общих тенденциях и направлениях развития района строительства. Инфраструктурный уровень охвата факторов влияния дает возможность разделить территорию на отдельные социально-производственные инфраструктуры или зоны с сопоставимыми земельными участками и зданиями. Объектный уровень охвата факторов влияния учитывает все конструктивные особенности отдельного ОС, процент физического и морального износа, особенности конкретного участка, вытекающие из его местоположения, времени оценки и других значимых факторов. Максимально полный охват информации об объекте на данном уровне является основой для определения текущей цены объекта и, в свою очередь, служит базой данных для оценок на уровне территориальной зоны и региона. Моделируя условия эксплуатации проектируемого объекта, необходимо отразить все вышеперечисленные факторы и учесть взаимосвязи между ними, при этом уровень охвата факторов, влияющих на эффективность эксплуатации, должен быть возможно шире.

Исходная информационная база не ограничивается оцениваемым объектом, в состав анализируемых факторов влияния включаются данные более высокого уровня.

В итоге в двух модулях прогнозирования эффективной эксплуатации ОС решаются задачи:

- получения информации об эффективности текущего и планируемого функционального использования;
- определения экономически целесообразных функциональных изменений объекта или его части в течение эксплуатационного периода;
- планирования дополнительных инвестиций в будущем в целесообразные функциональные изменения объекта.

Таким образом, для обоснования вероятностных факторов реализации эксплуатационного цикла ОС разработана концепция единого прогнозирования ЭЦ, включающая два модуля обработки информации. В первом модуле прогнозируется динамика инфраструктуры земельного участка: вероятные изменения внешних требований к будущему объекту в течение планируемого срока эксплуатации. С этой целью может быть адаптировано и использовано наработанное программное обеспечение управления проектами в сфере оценки недвижимости. Определяется наилучшее функциональное использование земельного участка и соответствующие этому продолжительность и последовательность эксплуатационных стадий. Во втором модуле прогнозируется потенциал многофункциональности основных объемно-конструктивных параметров на основе исследований тенденций развития проектируемого производства или функционального назначения ОС. В результате к дальнейшему проектированию принимается вариант, обоснованный как с позиций инвестиционного подхода (наилучшее использование, экономичность), так и с позиций строительного производства.

Единый методологический подход к обоснованию вероятностных параметров реализации эксплуатационного цикла позволяет прогнозировать изменения инфраструктуры в течение эксплуатационного цикла здания и обеспечивает системотехническую интеграцию интересов заинтересованных сторон: заказчика, подрядных проектно-строительных фирм и потребителя строительной продукции.

### ***1.6.3. Концепция, структура и модель эксплуатационного мониторинга***

В процессе эксплуатации ОС производственного и непроизводственного назначения системам управления и службам эксплуатации все чаще приходится сталкиваться с нарушениями нормального функционирования сооружений, отказами технических систем и, в итоге, сокращением сроков устойчивой эксплуатации объектов. Реальные условия эксплуатации строительных конструкций и технических систем сооружений в последнее время в значительной степени отличаются от проектных или расчетных условий. Это связано в первую очередь с тем, что разнообразные и усиливающиеся техногенные воздействия оказывают разрушающее влияние не только на природную среду, но и на инженерные сооружения. При этом опыт прошлых лет подтверждает, что воздействия



имеют стохастическую природу и точное прогнозирование изменений – практически нереальная задача. Устойчивая эксплуатация все больше зависит от постоянного контроля за состоянием эксплуатируемого объекта под воздействием инфраструктурных или природных факторов.

В условиях новых информационных технологий одним из самых распространенных методов исследования динамики и тенденций развития внешней среды становится мониторинг. Мониторинг в информационной динамике становится не только главным инструментом информирования о состоянии окружающей среды, но и инструментом, и информационной основой для контроля и предсказания процессов, происходящих в ней.

Разработано и функционирует большое количество разнообразных систем мониторинга, в первую очередь в системах экологических наблюдений, позволяющих на систематической основе отслеживать тенденции изменения параметров природных экосистем и биосферы, возникающие при техногенном воздействии, будь то строительство или промышленное производство. Изучение действующих систем мониторинга позволяет в зависимости от объекта наблюдения выделить три основных вида наблюдения:

- природный мониторинг – непрерывное наблюдение за отдельными составляющими природной среды (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенный, биологический, геомониторинг и др.);
- территориальный мониторинг – наблюдение за состоянием природной сферы в целом в районе или регионе (например, административный регион, район обустройства и эксплуатации месторождения, система наблюдений за предвестниками землетрясений в сейсмоопасных районах, системы эксплуатации магистральных газопроводов, атомных электростанций и т. д.);
- промышленный мониторинг – слежение за воздействием конкретного инженерного или техногенного объекта на природную среду (табл. 1.3).

Таблица 1.3

<i>Существующие системы мониторинга</i>		
<b>природный</b>	<b>территориальный</b>	<b>промышленный</b>
<i>объекты наблюдений</i>		
элементы экосистемы	экосистема региона	влияние техногенного объекта на экосистему
– атмосфера; – почвы; – поверхностные и подземные воды; – радиационный фон; – биосистемы и т. д.	– административное образование; – сейсмоопасная территория; – разрабатываемое месторождение; – территория АЭС и т. д.	– выбросы в атмосферу; – сброс в поверхностные и подземные воды; – твердые отходы; – снижение несущей способности грунтов и оснований; – радиоактивное загрязнение

Первоначально специализированные системы мониторинга внешней среды складывались как система контроля непосредственно за элементами экосферы. Территориальные или региональные системы сформировались несколько позже. Они создаются не только для контроля состояния природной среды в регионе, но и для оценки изменения ее состояния под влиянием внутренних процессов или деятельности человека. В последнее время в систему наблюдаемых элементов мониторинга, помимо компонентов природной экосистемы, интегрируются также системы наблюдений за самими инженерными сооружениями.

Определение техногенной составляющей в общей динамике внешней среды требует непрерывного контроля и анализа источников возмущающих воздействий. Без подобного анализа и информации об уровне данных воздействий невозможно дать количественную оценку реакции на воздействия. Для наблюдения за источниками воздействия на природную среду используются как региональные, так и ведомственные системы мониторинга. При организации систем ведомственного мониторинга промышленных объектов в качестве объектов наблюдения рассматриваются источники воздействия на природную среду. В этом виде наблюдений за внешней средой проводится контроль воздействий производственных объектов на внешнюю среду, при котором отслеживаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы в водные объекты, радиоактивное загрязнение и другие подобные воздействия на внешнюю среду.

В настоящее время выбор методов и средств наблюдений достаточно широк, а использование тех или иных методов мониторинга полностью зависит от качества и объема необходимой информации. Объединяют данные системы общие цели:

- выявление элементов и подсистем потенциального эксплуатационного риска;
- разработка мероприятий по устранению причин возникновения критических ситуаций.

Техногенная деятельность, безусловно, воздействует на природные системы. Неизбежным следствием этого, как показывает опыт, является встречное воздействие окружающей среды на возводимые объекты, вплоть до разрушения. Непрерывный процесс сложного динамического взаимодействия внешней среды и инженерного объекта, усложнение сооружений и производственных технологий приводят к необходимости формирования нового взгляда на понятие мониторинга. Экологический мониторинг влияния техногенных объектов на внешнюю среду должен быть дополнен изучением обратной связи: эксплуатационным мониторингом влияния внешней среды на технические объекты. Сопоставление основных содержательных характеристик экологического и эксплуатационного мониторинга представлено в табл. 1.4.

Таблица 1.4

<i>Система</i>	<b>Экологический мониторинг</b>	<b>Эксплуатационный мониторинг</b>
<b>объект наблюдений</b>	экосистема (отдельные составляющие или природная сфера территории в целом): – атмосфера; – геодинамика; – почвы; – водные ресурсы; – биосфера; – радиационный фон и т. д.	объект строительства (ОС): – деформации конструкций; – осадки и подвижки фундаментов; – изменения геометрии элементов и конструкций; – износ материалов и конструкций; – химическая активность атмосферы и грунтовых вод; – несущие свойства оснований
<b>причина разработки</b>	нарушение устойчивости параметров экосферы, представляющее угрозу безопасности человека и жизнеспособности будущих поколений	изменение условий эксплуатации относительно проекта, сокращение сроков устойчивой эксплуатации объекта
<b>источники возмущающих воздействий</b>	техногенные воздействия	инфраструктурные и природные воздействия внешней среды
<b>цель функционирования</b>	контроль и прогноз состояния экосистемы	контроль и прогноз состояния эксплуатируемого ОС

Ситуационный подход моделирует эксплуатацию объекта строительства как процесс динамического взаимодействия факторов внешней среды и функциональных подсистем ОС. Отработанные принципы организации и методы наблюдений, используемые в экологическом мониторинге, применяются к ОС как к объекту наблюдения. Классификация мониторинговых данных о возмущающих воздействиях на ОС может быть проведена по признакам:

- источник происхождения воздействия (внешний, внутренний);
- объект воздействия (система, подсистема, элемент, отдельный узел);
- степень опасности (потенциальная, реальная, непосредственная);
- масштаб воздействия (глобальное, локальное);
- интенсивность воздействия (катастрофическое, интенсивное, умеренное, нейтральное);
- продолжительность воздействия (мгновенное, кратковременное, длительное).

Устойчивость эксплуатации ОС как свойство его функциональных подсистем и объекта в целом выполнять заданные проектом функции, сохраняя показатели в заданных режимах на любом этапе использования, тесно связана с понятием риска. В современных исследованиях риск определяется как вероятность возникновения техногенных и природных

явлений, сопровождающихся формированием и воздействием вредных факторов и нанесением при этом социального, экономического, экологического ущерба. Основываясь на данном утверждении, определим величину уровня риска возникновения критических ситуаций в рамках эксплуатационного мониторинга как произведение:

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3, \quad (1.175)$$

где  $R$  – вероятность нанесения определенного ущерба ОС со стороны негативных воздействий окружающей среды;  $R_1$  – частота возникновения события, являющегося причиной формирования и действия вредных факторов;  $R_2$  – вероятность формирования определенных уровней физических полей, ударных нагрузок, воздействующих на ОС;  $R_3$  – вероятность того, что указанные выше уровни нагрузок и полей приведут к определенному ущербу.

Эксплуатационный мониторинг разрабатывается как информационная основа алгоритмического и прогнозного сопровождения труднопредсказуемых стохастических воздействий на ОС, инструмент управления и обеспечения устойчивой эксплуатации ОС. Его функции включают в себя наблюдение, оценку и прогноз изменений параметров подсистем ОС, контроль и управление эксплуатацией объекта (рис. 1.55).

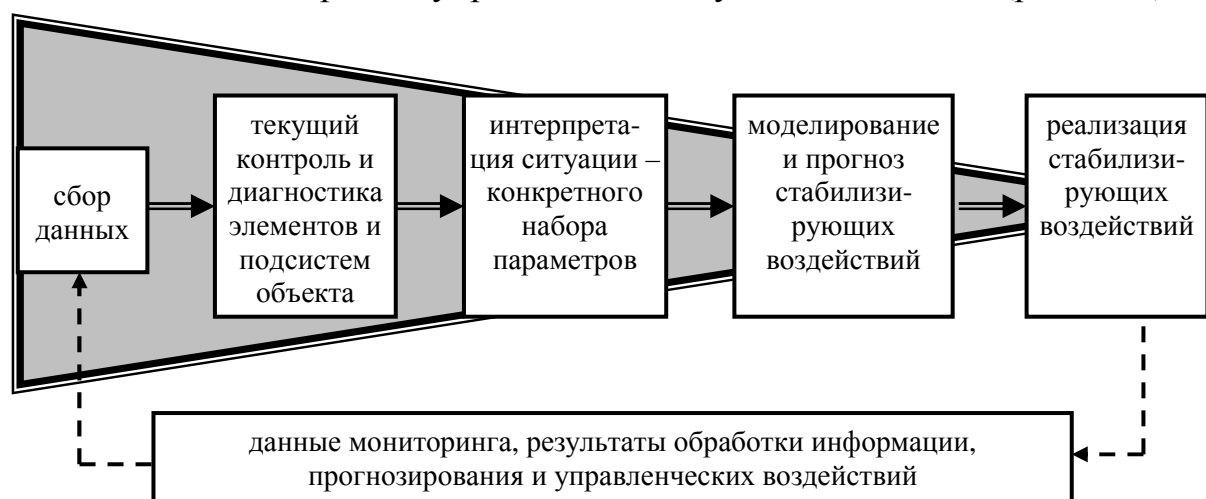


Рис. 1.55 – Функции эксплуатационного мониторинга объекта

Для получения полной картины воздействий на объект, моделирования его поведения в целом, контроля и прогнозирования его состояния, выработки и реализации стабилизирующих воздействий, необходим сбор первичной проектной информации и выполнение комплекса наблюдений, охватывающего все функциональные подсистемы объекта. Функция интерпретации ситуационного состояния ОС требует разработки специализированного алгоритмического и программного обеспечения. На последнем этапе анализа данные мониторинга и результаты обработки информации, прогнозирования и управленческих воздействий обратным информационным потоком добавляются в базу данных эксплуатационного мониторинга.

Каждая функция требует разработки организационной структуры, алгоритмов, программного и технического обеспечения, учитывающих как специфику реализации функции, так и специфику ОС. Результаты наблюдений и расчетов показали, что отработанные средства алгоритмической обработки данных ситуационного анализа, после необходимой адаптации могут быть распространены на решение многокритериальной задачи ситуационного моделирования и оценки эксплуатационного состояния объекта строительства. В нашей задаче использована теорема эквивалентности, утверждающая, что любая равновесная или устойчивая траектория является оптимальной при некоторой специально построенной целевой функции. Рассмотрим алгоритм решения многокритериальной задачи, соответствующий модели целевого программирования с использованием интерактивно-экспертных процедур.

Пусть  $X = \{X_j\}, j = \overline{1, N}, X \in D^k$  – вектор переменных информационной модели эксплуатируемого объекта,  $X \geq 0$ . Направление вектора  $X_j$  соответствует изменению отдельного параметра, характеризующего эксплуатационное состояние объекта в момент времени  $t$ .  $D^k$  – пространство, на котором задана ограниченная область  $S$  допустимых значений переменных  $X$ . Содержательное наполнение ограниченной области  $S$  – определенный адаптационный ресурс, которым обладает ОС относительно возмущающих воздействий. Принимая, что адаптационный ресурс – это потенциальная возможность развития на основе принципов технологичности конструктивных и инженерных подсистем ОС без снижения эксплуатационных качеств, область  $S$  задаем системой неравенств вида:

$$G\{X\} \leq B, g_i(X) \leq b_i, i = \overline{1, M}, \quad (1.176)$$

где  $b_i$  – максимально допустимое отклонение отдельного  $i$ -параметра объекта от проектного значения.

Задается вектор-функция изменений эксплуатационных состояний объекта:

$$F\{X\} = \{f_k(x)\}, \text{ где } k = \overline{1, k}, F(X) \in D^k, \quad (1.177)$$

которая представляет множество частных функций  $f_k(x)$ , называемых локальными критериями функциональных подсистем и заданных на множестве  $X$ . Содержательно каждая отдельная  $f_k(x)$  описывает некоторый признак информационной модели эксплуатируемой системы, подлежащий оптимизации. В векторной форме оптимизация многокритериальной задачи записывается следующим образом:

$$\max_s F(x), \quad (1.178)$$

или

$$\min_s F(x) \quad (1.179)$$

в зависимости от того, какой оптимум необходимо найти. Очевидно, что задача (1.178) может быть приведена к виду (1.179) и наоборот.

В задачах (1.178) и (1.179) необходимо найти нетривиальные решения, когда точки оптимума по каждому критерию в области  $S$  не совпадают. При этом задачи (1.178) и (1.179) недоопределены по исходным условиям, так как неясно, что понимать под одновременной оптимизацией всех функционалов  $f_k(X), k = \overline{1, k}$ . Нетривиальным решением многокритериальной задачи может быть только какое-то компромиссное решение. Доопределение задач (1.178) и (1.179) проводится на основе следующих рассуждений. На множестве  $D^k$  вводится некоторое отношение доминирования и принимаются оптимальными такие вектора  $f^* \in F \subset D^k$ , которые не доминируются в смысле введенного отношения никакими векторами  $f \in F$ . В модели развития эксплуатационного цикла ОС используем отношения:

$$f \mid - f^* \Leftrightarrow f_i = f_i^*, i = \overline{1, k} \text{ и существует } j, \quad (1.180)$$

при котором  $f_j \succ f_j^*, 1 \leq j \leq k$ ;

$$f \succ f^* \Leftrightarrow f_i = f_i^*, i = \overline{1, k}; \quad (1.181)$$

$$f \succ \Leftrightarrow f_{i_0} \succ f_{i_0}^*, \text{ где } i_0 = \min i, f_i \neq f_i^*. \quad (1.182)$$

Отношение (1.180) задает множество векторов, оптимальных по Парето, т. е. таких допустимых состояний, для которых не существует других допустимых состояний системы, которые были бы не хуже по остальным критериям или хотя бы для одного – лучше нежели  $f^*$ . Отношение (1.181) задает множество полуэффективных векторов, а отношение (1.182) определяет результат оптимизации по последовательно применяемым критериям.

В целевом программировании решается следующая задача:

$$\min_S d(F(x), \bar{F}), \quad (1.183)$$

где

$$d(F(x), \bar{F}) = \left( \sum_{k=1}^k W_k |f_k(X) - \bar{f}_k|^p \right)^{1/p} \quad (1.184)$$

расстояние между текущим значением вектора  $F$  и вектором целей  $\bar{F}$ ,  $\bar{F} = \{\bar{f}_k, k = \overline{1, k}\}$ ;  $W = \{W_k, k = \overline{1, k}\}$  – вектор весов, обычно удовлетворяющий условию  $\sum W_k = 1$ ; при этом коэффициент  $p$  лежит в пределах  $1 \leq p \leq \infty$ . В зависимости от выбора вектора целей, вида области  $S$ , функций  $f_k(X)$  и  $g_i(X)$ , значений коэффициента проводится классификация задачи.

Решение многокритериальной задачи может быть представлено в виде точки  $\bar{F}$ , размещенной в пространстве  $D^k$ . В пространстве задана метрика в соответствии с (1.184). Пусть имеется отображение области  $S$

из  $D^n$  в  $D^k$ . Обозначим это отображение  $S_F$ . Введем функцию

$$C_F(r) = \{f \mid d(F, \bar{F}) \leq r, f \in D^k\}, \quad (1.185)$$

где  $r$  – некоторое положительное число. При некотором фиксированном  $r_0$  выражение (1.185) задает множество точек в  $D^k$ , удаленных не более чем на  $d_0$  от точки решения (цели)  $\bar{F}$ .

Очевидно, что задача (1.183) эквивалентна задаче нахождения такого  $r^*$ , что

$$C_F(r^*) \cap S_F \neq \emptyset. \quad (1.186)$$

Последовательность решения следующая: выбирается некоторое  $r_1$ , строится граница области  $C_F(r_1)$ , выясняется наличие пересечения областей  $S_F$  и  $C_F(r_1)$ . Если пересечение отсутствует, то увеличивается  $r$  и повторяются построения. Если пересечение состоит более чем из одной точки, то несколько уменьшается  $r$  и повторяются построения. В случае если пересечение таково, что уменьшение  $r$  на наименее возможное значение делает пересечение пустым, то считаем это значение  $r$  оптимумом, а задача считается решенной.

Интерпретируем задачу (1.186) в пространстве  $D^n$ . Для этого представим выражение (1.185) с учетом условия (1.184) в виде:

$$C_F(r) = \left\{ f \mid \left( \sum_{k=1}^k W_k |f_k(X) - \bar{f}_n|^p \right)^{1/p} \leq r \right\}. \quad (1.187)$$

Так как  $p \geq 1$ , выражение (1.183) можно преобразовать к виду ( $R = rp$ ):

$$C_F(r) = \left\{ f \mid \sum_{k=1}^k W_k |f_k(X) - \bar{f}_n|^{p^{1/p}} \leq R \right\}. \quad (1.188)$$

Необходимо отметить, что в пространстве  $D^n$  точки  $X^k$ , соответствующие значениям  $\bar{f}_k$ ,  $k = \overline{1, k}$ , представляют собой набор точек частных целей, соответствующих программным (оптимальным) значениям частных критериев функциональных подсистем ОС. Поскольку необходимо найти нетривиальное решение задачи (1.183), эти точки (или по крайней мере не все из них) не совпадают в пространстве  $D^n$ . В такой постановке решение задачи (1.183) можно рассматривать как размещение некоторой новой точки  $X^*$  в области  $S \in D^n$  таким образом, чтобы выполнялось условие (1.186).

Вводятся функции

$$C_k(r_k) = \left\{ X \mid W_k |f_k(X) - \bar{f}_k|^p \leq r_k \right\}, \quad k = \overline{1, k} \quad \text{и} \quad (1.189)$$

$$C_f(r_1, \dots, r_k) = \bigcap_{k=1}^k C_k(r_k), \quad \sum_{k=1}^k r_k = R \quad (1.190)$$

Область  $C_k(r_k)$  состоит из точек  $X$ , в которых значение критерия  $f_k(X)$  отличается от значения-цели  $f_k$  этого критерия не более чем на  $r_k^{1/p}$ . Функция  $C_f(r_1, ..., r_k)$  задает область  $D^n$ , общую для всех  $C_k(r_k)$  на данном наборе  $r_k$ . На значения  $r_k$  накладывается ограничение  $\sum_{k=1}^k r_k = R$  с тем, чтобы соблюдались условия (1.188). Используя введенные функции, можно представить решаемую задачу в виде:

$$C_f(r_1, ..., r_k) = \bigcap_{\min R} S \left\{ \begin{array}{l} = 0 \rightarrow r_k < r_k^* \\ \neq 0 \rightarrow r_k \geq r_k^* \end{array} \right\}, k = \overline{1, k}, \quad (1.191)$$

где набор  $\{r_1^*, ..., r_k^*\}$  задает координаты решения задачи в пространстве  $D^n$ . Отметим, что если условие задачи

$$\min R = \min \sum_{k=1}^k r_k \quad (1.192)$$

заменить на  $\min_S \max_k r_k$ , то задача значительно упрощается. Условие минимизации суммы отклонений (1.191) соответствует требованиям устойчивости цикла эксплуатации объекта. Условие минимизации максимального отклонения (1.192) отвечает требованиям компромиссного решения, особенно в случаях, когда ни одном из критериев функциональных подсистем ОС нельзя пренебречь.

Предложенный подход к решению многокритериальных дескриптивных задач не имеет ограничений на вид функций параметров информационной модели объекта  $f_k(X)$  и ограничений на область  $S$  характеристик и параметров ОС, которые могут быть дискретными, а  $S$  – несвязной. Какова бы ни была сложность пересечения областей, она, по имеющимся оценкам, не превосходит для данной прикладной задачи  $O(k \log k)$ . Количество частных критериев функциональных подсистем ОС практически не ограничено.

Число итераций не превышает  $\log_2 \left( \max_k \left( W_k |\bar{f}_k|^p \right)^{1/p} \right)$  и не зависит от размерности задачи, т. е. общая сложность решения задачи порядка  $O(k \log k)$ .

Предлагаемая математическая модель в составе системы эксплуатационного мониторинга ОС позволяет эксперту установить конкретный набор воздействий внешней среды на объект в текущий момент времени, интерпретировать ситуацию и оценить возможность устойчивой эксплуатации сооружения в моделируемых условиях и на этой основе реализовать стабилизирующие воздействия.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает, что в течение эксплуатации ОС происходят изменения ситуативного характера, точное прогнозирование которых крайне затруднительно. В проекте сложно



предусмотреть и регламентировать все параметры, нагрузки, внешние воздействия и инновации. Устойчивая эксплуатация объектов строительства при усилении воздействий внутренних и внешних дестабилизирующих, организационных, технологических и экологических факторов может быть обеспечена постоянным мониторингом, оперативным анализом результатов мониторинговых обследований и устранением прогрессирующих дефектов и воздействий до того, как они превысят адаптационный ресурс объекта.

Для анализа ситуационных воздействий сформирована структура эксплуатационного мониторинга ОС, который, составляя информационную основу организационно-технологического генезиса эксплуатации, накапливает информацию для завершающего ликвидационного цикла объекта. В составе системы эксплуатационного мониторинга разработана математическая модель многокритериальной дескриптивной задачи ситуационного управления ОС, где состояние объекта задается вектор-функцией изменений, а эксплуатационный цикл представлен как равновесная траектория ситуаций взаимодействия факторов внешней среды и параметров эксплуатационного состояния объекта. Модель позволяет эксперту установить конкретный набор воздействий внешней среды на объект в текущий момент времени, интерпретировать ситуацию и оценить возможность устойчивой эксплуатации сооружения в моделируемых условиях.

#### ***1.6.4. Информационная модель эксплуатационного мониторинга***

Организационно-технологический генезис эксплуатационного цикла ОС базируется на потоках мониторинговых данных о состоянии, отклонениях и деформациях, других параметрах конструкций, узлов и оборудования, функциональных подсистем объекта. Подавляющее число параметров эксплуатационного мониторинга имеет координатную привязку, также и значимая часть характеристик внешней среды ОС имеет территориальную или пространственную привязку. Такие данные для проектирования организационно-технологических решений, как расположение необходимых материальных ресурсов и предприятий строительной производственной базы, расположение дорог, инженерных коммуникаций, подъездных путей, энергетических сетей, расположение объектов на территории застройки, результаты инженерных изысканий и многие другие рассматриваются только в жесткой территориальной привязке. Координатная привязка большинства параметров эксплуатационного мониторинга и организационно-технологических решений по содержанию, ремонту, реконструкции и т. д. является специфической особенностью объектов строительства. Соответственно и моделирование информационного наполнения эксплуатационного мониторинга должно включать в себя методы анализа и оценки территориальных аспектов наблюдений и информационных потоков.

Территориальная модель объекта, земельного участка и

инфраструктуры представляет собой множество устойчивых связей между взаимодействующими подсистемами, где обязательным условием взаимодействия является преодоление пространства, а основной резерв оптимизации связей кроется в сокращении затрат на преодоление пространства. Если пространственная привязка перестает быть случайным фактором развития, а в результате размещения строительного объекта территория приобретает дополнительные качества, то формируется инфраструктура ОС, куда традиционно включается комплекс окружающих зданий, сооружений, сетей и систем, предприятий, транспорта, связи, инженерных сетей.

Пространственная привязка объекта строительства и инфраструктуры влияет на большинство параметров организационно-технологических циклов эксплуатации ОС. Грамотное территориальное прогнозирование позволяет определить тенденции в развитии территории застройки, размещении и специфике производительных сил. Особенности инфраструктуры объекта определяют не только технологичность его эксплуатации, но продолжительность и количество ремонтов, модернизаций, реконструкций и других стадий эксплуатационного цикла. В организационно-технологической сфере это происходит за счет: устойчивости взаимных связей транспортных, энергетических, ресурсодобывающих и других систем, обеспечивающих строительные, производственные и эксплуатационно-ремонтные процессы, общности и близости территориальных элементов, снижения транспортных затрат, рационального использования местных ресурсов и т. д.

Организационно-технологическая оценка пространственно привязанных параметров проекта включает в себя четыре этапа:

- 1) формулировку задачи;
- 2) техническое обеспечение получения координатно-привязанных информационных потоков;
- 3) получение информации о смещениях, деформациях и эксплуатационном состоянии объекта, размещении, состоянии, связях и динамике природных и социально-экономических явлений и структурирование ее в базу данных;
- 4) анализ по выбранным критериям и принятие аргументированных решений с помощью соответствующего программного обеспечения.

Алгоритм оценки параметров объекта, имеющих территориальную привязку, основан на точечно-множественном отображении – функции  $S = G(x, y, z, k)$ , заданной отношениями  $x = g(\varphi, \lambda)$  и  $y = g(\varphi, \lambda)$ , где  $\varphi$  и  $\lambda$  – географические координаты, а  $x$  и  $y$  – декартовы координаты, определяющие координатную основу информации. Данная зависимость определяет содержательный аспект картографического изображения анализируемой территории. Используя отображение  $S$ , можно описать математическую модель картографического представления информации для анализа территориально привязанных параметров объекта

строительства. Построение структуры данных, имеющих координатную основу, обычно базируется на реляционном принципе, при котором параметры представляются в виде двумерной матрицы, а связи между ними – в виде нормализованных отношений.

Анализ особенностей и перспектив объекта строительства и его инфраструктуры по многим критериям требует предварительного создания необходимого количества специализированных базовых карт участка. Отдельная карта показывает плотность показателя или ресурса, по которой рассчитывается тот или иной критерий. Несколько карт с распределением плотности того или иного ресурса представляются в виде множества связанных функциональных массивов, имеющих матричное отображение:

$$\beta = \sum_{l=1}^k G_e [g_{ij}(x_i y_i)] = \begin{bmatrix} g_{11}(x_1 y_1) & g_{12}(x_1 y_2) & \cdots & g_{1n}(x_1 y_n) \\ g_{21}(x_2 y_1) & g_{22}(x_2 y_2) & \cdots & g_{2n}(x_2 y_n) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ g_{m1}(x_m y_1) & g_{m2}(x_m y_2) & \cdots & g_{mn}(x_m y_n) \end{bmatrix}, \quad (1.193)$$

где  $x_i, y_i$  – пространственные координаты;  $g_{ij}$  – функция, описывающая те или иные особенности точки с координатами  $x_i, y_i$ .

Функция  $\beta$  позволяет отобразить в базе данных информацию о различных параметрах объекта и земельного участка, ограниченного координатами:

$$0 \leq x \leq x_m; 0 \leq y \leq y_n. \quad (1.194)$$

Общий массив информации, в котором отображается ее движение и переработка, может быть отображен как информационная матрица:

$$\eta = \sum_{q=1}^p J_q [H_{ij}^k(x_i y_i z_k)] = \begin{bmatrix} H_{11}^k(x_1 y_1 z_k) & H_{12}^k(x_1 y_2 z_k) & \cdots & H_{1n}^k(x_1 y_n z_k) \\ H_{21}^k(x_2 y_1 z_k) & H_{22}^k(x_2 y_2 z_k) & \cdots & H_{2n}^k(x_2 y_n z_k) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ H_{m1}^k(x_m y_1 z_k) & H_{m2}^k(x_m y_2 z_k) & \cdots & H_{nm}^k(x_m y_n z_k) \end{bmatrix}, \quad (1.195)$$

где  $H_{ij}$  – функция плотности того или иного показателя, а  $i, j$  – индексы двумерного поля;  $k$  – количество показателей на каждую пару координат  $(x_i, y_i)$ ,  $(k = 1, 2, \dots, p)$ .

Наложение функции  $\eta$  на функцию  $\beta$  по установленным в теории матриц правилам определяет вид карты-основы.

Для протяжённых объектов (дороги, трассы коммуникаций и трубопроводов, территориальные границы, русла рек и т. п.), картографическое отображение примет вид комбинаторной функции:

$$J = \sum_{q=1}^p \Theta_p [z_{ij}(x_i y_i)] =$$

$$= \begin{bmatrix} z_{11}(x_1 y_1) & z_{12}(x_1 y_2) & \cdots & 0 & 0 \\ z_{21}(x_2 y_1) & z_{22}(x_2 y_2) & \cdots & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & z_{n-1,m-1}(x_{n-1} y_{m-1}) & z_{n-1,m}(x_{n-1} y_m) \\ 0 & 0 & \cdots & z_{n,m-1}(x_n y_{m-1}) & z_{nn}(x_n y_m) \end{bmatrix}, \quad (1.196)$$

где  $1 \leq L \leq n, m$ , т.е.  $0 \leq x_i \leq x_n; 0 \leq y \leq y_m; 1 \leq z \leq p$ .

Такая структура данных переносится на карту соединением заданных точек. Соединение упрощается за счет того, что задача линейного программирования в случае линейно-протяженного объекта сводится к задаче кусочно-линейного программирования:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^L \frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i} - \frac{y - y_i}{y_{i+1} - y_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^L \frac{y - y_i}{y_{i+1} - y_i} - \frac{z - z_i}{z_{i+1} - z_i} = 0, \end{cases} \quad (1.197)$$

где  $0 \leq x_i \leq x_n; 0 \leq y \leq y_m; 1 \leq z \leq p, 1 \leq L \leq n, m$ .

Описание границ или ареалов распространения отдельных показателей основано на кубической сплайн-функции:

$$Y(x) = Y'_{i-1} \frac{(x_i - x)^2 (x - x_{i-1})}{(x_i - x_{i-1})^2} + Y'_i \frac{(x - x_{i-1})^2}{(x_i - x_{i-1})^2} +$$

$$+ Y_{i+1} \frac{(x_i - x)^2 [2 \cdot (x - x_{i-1}) + (x_i - x_{i-1})]}{(x_i - x_{i-1})^3} + Y_i \frac{(x - x_{i-1})^2 [(x_i - x) + (x_i - x_{i-1})]}{(x_i - x_{i-1})^2}, \quad (1.198)$$

где  $Y''(x) = 0$  на отрезке  $[x_{i-1}, x_i]$ .

Каждой базовой модели (или карте) устанавливается приоритет нагрузки. Расчет следует этим приоритетам. При этом картографическое представление плотности и ареала распространения каждого ресурса способствует пониманию и осмыслению существующей ситуации, ее анализу и синтезу. Сводная карта – образ наложения  $\vec{i}$  базовых моделей с информацией по каждому показателю, представляет собой основу для анализа по выбранным критериям и принятия аргументированных решений.

За математическим моделированием оценки и выбора территориальных параметров ОС следует работа с техническим обеспечением и программными приложениями. Условием применения методологии организационно-технологического генезиса и эффективности

специализированных алгоритмов эксплуатационного мониторинга является оперативное получение и анализ больших объемов данных. Опыт показывает, что потребностям информационного обеспечения эксплуатационного мониторинга в наибольшей степени соответствуют возможности геоинформационных технологий (ГИС-систем), базирующихся на цифровых пространственных моделях. В числе высокотехнологичных методов обработки мониторинговой информации выделим компьютерные экспертные системы.

Проблемно-ориентированные комплексы ГИС-систем предлагают возможности дифференциального режима измерений, автоматизированное накопление данных, при этом точность измерения может составлять от 100 м до 1 мм. Стандартные аппаратные модули, предназначенные для использования в геоинформационных системах и геодезии, обладают точностью, которая достаточна для рассматриваемого прикладного применения. Наиболее известной системой глобального спутникового позиционирования является ГЛОНАСС. В последнее время получает широкое распространение интеграция геоинформационных систем, радиосвязи и компьютерной техники – диспетчерские навигационные системы. Системы связи придают данной информационной технологии возможности передачи координат объекта на диспетчерский пункт или ситуационный центр.

Для эксплуатационного мониторинга главным достоинством геоинформационных технологий является наглядность представления пространственных данных. Прогнозирование с помощью инструментария, предлагаемого геоинформационными системами, дает возможность выявить целесообразность размещения и специализации нового строительного объекта, обосновать стратегию развития отдельных регионов, направления производства и размещения строительной продукции, преодоления диспропорций, оценить необходимость экологических мероприятий. Тематическая карта помогает понять расчеты и закономерности связи между различными объектами, увидеть в изменении расчетных параметров с течением времени тенденции развития территории. Потребностям системы эксплуатационного мониторинга к постоянному обновлению цифровой основы в соответствии с происходящими изменениями отвечают возможности ГИС-технологий структурировать не только пространственную (картографическую) информацию в цифровом виде, но и связанные с ней семантические данные. Перечень датчиков, постов наблюдения и пунктов опорной геодезической сети эксплуатационного мониторинга может быть уточнен, а данные наблюдения и вычислений – дополнены и обновлены.

Важным инструментом ГИС-систем является возможность отображения динамических карт и изменяющихся атрибутивных данных. Используя технологию динамических слоев, можно создать последовательность карт, на которых отображается динамическая информация, например смещение конструкции, динамика дефекта

элемента или тенденции развития инфраструктуры, на базе такой информационной поддержки моделируется ситуация при возможных изменениях, рассчитываются рекомендации по оптимальному изменению параметров проекта, повышению эффективности эксплуатационного цикла объекта. Способность работать с динамическими данными актуализируется в связи с растущей необходимостью прогнозирования инфраструктурных и экосистемных изменений, а также оценки длительного взаимодействия проекта и окружающей среды.

В работе эксплуатационного мониторинга неизбежно возникает потребность в оперативной обработке большого количества разнохарактерной и слабо структурированной информации. И если ранее обработка трудноформализуемой информации могла быть осуществлена только с помощью групп квалифицированных экспертов-профессионалов в требуемой области знания, то в последние годы на рынке информационных технологий появляется все больше разработок в сфере компьютерных экспертных систем. Они представляют собой комплексы интерактивных компьютерных программ, способных «обучаться», т. е. накапливать суждения, опыт, эвристические правила и интуицию экспертов для дальнейшего использования при решении специфических слабоструктурированных проблем в той или иной области знания. При автоматизации подобных нечетких задач используются не формулы, числа или алгоритмы, а логические языки, оперирующие семантическими структурами и правилами формальной логики.

Экспертные системы баз знаний в строительстве и эксплуатации объектов применяются для решения задач в сфере диагностики сооружений, подлежащих ремонту и реконструкции, возведения высотных зданий, подготовки и принятия управленческих решений. Они эффективны в области оперативного управления, планирования и проектирования технологических этапов возведения объектов. Разработка экспертной системы – достаточно трудоемкий и дорогостоящий процесс, включающий:

- постановку проблемы предметной области, которую требуется решить методами эвристического программирования;
- построение базы знаний на основе правил, сформулированных квалифицированными специалистами-экспертами;
- разработку алгоритма принятия решений;
- выбор технического и программного обеспечения процессов экспертизы;
- отладку программного комплекса.

В числе преимуществ компьютерных экспертных систем выделим возможности:

- собирать, структурировать и распространять экспертные знания;
- сохранять коллективный опыт и память даже в отсутствие экспертов;

- решать задачи, сложность которых превышает способности не только одного эксперта, но и группы квалифицированных специалистов;
- обеспечивать своевременные решения за счет высокой скорости обратной связи.

Разработка экспертных систем должна быть оправдана, то есть автоматизированное решение задач должно быть экономически целесообразно.

Техническое и программное обеспечение эксплуатационного мониторинга, базирующееся на высокотехнологичных методах получения и обработки данных и цифровых пространственных моделях, решает задачи:

- проведения мониторинга дестабилизирующих факторов в течение эксплуатации объекта строительства;
- получения динамических рядов данных о взаимодействии объекта и внешней среды;
- принятия решений на основе наиболее наглядного картографического способа представления территориально привязанной информации.

Таким образом, возможность применения методологии организационно-технологического генезиса и целесообразность эксплуатационного мониторинга определяются оперативным получением больших объемов данных. Эксплуатационный мониторинг ОС предлагается базировать на цифровой пространственной модели объекта в виде точечно-множественного отображения параметров, имеющих пространственную привязку, их координат и связанных с ними семантических данных, а также на высокотехнологичных методах получения и обработки данных – ГИС-технологиях, что позволит решать задачи информационной и алгоритмической поддержки ситуационных и стратегических организационно-технологических решений.

#### ***1.6.5. Организационная модель управления эксплуатационным циклом***

Оптимизация управления эксплуатационным циклом ОС приобретает все большее значение в условиях, когда объект включает в себя много взаимозависимых функциональных подсистем и существует в динамичной среде, которую невозможно полностью проконтролировать. Необходимость прогноза процесса развития объекта, а не его конечного состояния, а также учета ситуативного характера изменений требуют разработки организационных структур и моделей управления эксплуатационным циклом, позволяющих не только следовать какой-либо жесткой стратегии, но и находить методы решения, адекватные конкретной ситуации.

В практической деятельности все шире используются методы принятия решений на основе коллективного обсуждения проблем с привлечением экспертов, соответствующего технического и программного

обеспечения. Организационно реализуются подобные методы в ситуационных центрах (СЦ), назначение которых состоит в обеспечении оперативного комплексного информирования, интеллектуальной поддержке анализа проблем и выработке управляющих воздействий. До последнего времени ситуационные центры, исполняющие роль командного пункта и места сосредоточения всей оперативной информации, использовали лишь государственные структуры и силовые министерства, но теперь многие корпорации стали создавать свои ситуационные «комнаты» для более эффективного управления бизнес-процессами. В настоящее время организационные системы управления на основе ситуационных центров широко востребованы в таких отраслях, как военно-промышленный и нефтегазовый комплексы, транспорт, энергетика.

Основной задачей ситуационного центра является сокращение времени принятия правильного решения путем предоставления оперативной информации в совокупности с методами ее анализа. Современные формы и способы мультимедийной презентации информации позволяют в несколько раз повысить степень ее усвояемости. Так, если при чтении степень усвоения информации составляет 10%, при прослушивании – 20%, при наблюдении – 50%, то при одновременном прослушивании и наблюдении степень усвоения составляет 50%. Свертывание во времени стадии принятия решения означает обеспечение максимальной технологичности и эффективности всех действий, связанных с поиском необходимого решения.

Общее для всех ситуационных центров звено – наличие развитых средств отображения информации. Они включают в себя не только стандартные компьютерные мониторы для каждого участника группы принятия решений, на которых будет отображаться одинаковая информация или мультимедийный проектор, создающий изображение на большом экране для коллективного анализа. Для современных СЦ используются крупноэкранные системы коллективного пользования или модульные видео-стены, создающие изображение с большим количеством «легкочитаемых» информационных окон. С их помощью создаются системы отображения информации, получаемой от нескольких разнородных источников.

Для создания успешно функционирующего ситуационного центра требуется консолидация усилий специалистов в области применения методов искусственного интеллекта, моделирования процессов поддержки и принятия решений, средств передачи и отображения информации.

Ситуационный центр для каждой организации является индивидуальным решением, при создании которого необходимо учитывать задачи и особенности управленческих процессов конкретным объектом. Предлагаемая организационная модель управления эксплуатационным циклом ОС основана на практическом опыте разработок в области построения систем поддержки принятия решений, технологиях реализации информационных систем.



Она включает в себя следующие подсистемы (рис. 1.56):

- эксплуатационный мониторинг;
- информационный фонд – электронная версия ОС;
- ситуационный центр (СЦ).

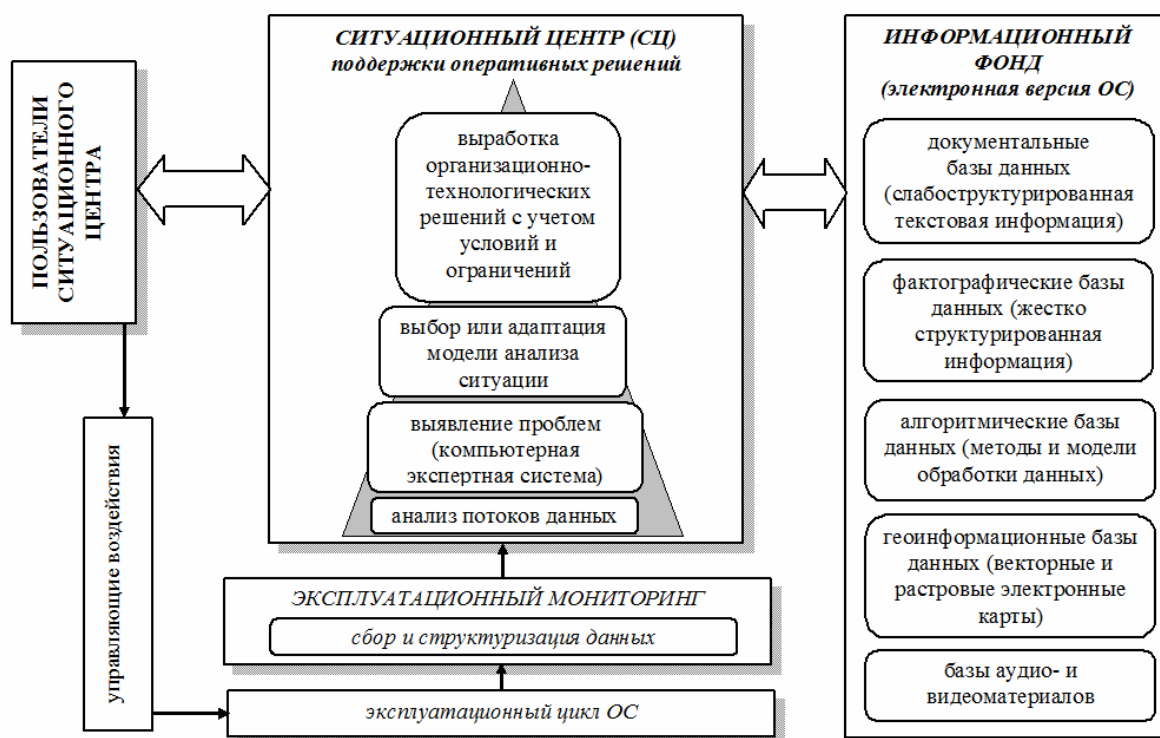


Рис. 1.56 – Организационная модель управления эксплуатационным циклом ОС

Выбор, обоснование решений и выработка управляющих воздействий обеспечиваются подсистемой информационного фонда СЦ. Его информационные ресурсы в перспективе могут составить электронную версию реального объекта строительства. В качестве элементов информационной поддержки выступают:

- документальные базы данных (слабоструктурированная текстовая информация);
- фактографические базы данных (алфавитно-цифровая жестко структурированная информация);
- алгоритмические базы данных (методы и модели обработки данных);
- геоинформационные базы данных (векторные и растровые электронные карты);
- базы аудио- и видеоматериалов.

Подсистема «информационный фонд СЦ» должна отвечать на запросы эксперта с максимальной скоростью, предоставлять информацию по запросу и в режиме регулярного информирования. Интеграция различных информационных ресурсов блока поддержки экспертного решения расширяет возможности анализа и обоснования решений в

сложной ситуации. Накопление информации в виде электронной версии объекта строительства дает возможность многоаспектного использования данных не только для целей управления ЖЦ отдельного объекта, но и в управляющей системе более высокого уровня.

Центральное место организационной модели занимает подсистема поддержки оперативных решений – ситуационный центр. В ее функции входят:

- анализ потоков данных эксплуатационного мониторинга;
- выявление проблем с помощью компьютерной экспертной системы;
- выбор или адаптация модели анализа ситуации;
- выработка организационно-технологических решений с учетом условий и ограничений.

Подсистема поддержки оперативных решений идентифицирует текущую ситуацию: классифицирует ее по степени риска, разрабатывает прогноз развития ситуаций. Оценка текущего эксплуатационного состояния объекта проводится экспертными методами обработки знаний, на базе информационной и алгоритмической поддержки формализованных вычислений. Алгоритмическая поддержка позволяет моделировать наиболее вероятное поведение сложной системы, связанное с учетом многих факторов, в тех или иных заданных пользователем условиях.

Организационная модель ситуационного управления базируется на распределенном комплексе технических средств эксплуатационного мониторинга и автоматизированной обработке данных в компьютерных экспертных системах. Функции принятия решений выполняют либо группа экспертов, либо специализированная экспертная система в виде компьютерного программного приложения. Здесь используются программы, основанные на структурированных знаниях и процедурах вывода заключений. В обеспечение СЦ могут быть включены для моделирования сценариев развития ситуаций специально разработанные экспертные компьютерные системы.

Решения могут приниматься:

- в автоматическом режиме при условии полноты и непротиворечивости правил;
- в интерактивно-экспертном режиме в условиях неопределенности системы правил и необходимости логико-семантического анализа информации.

Часть задач эксплуатационного мониторинга может быть основана на полностью автоматизированных технологиях работы с распределенным комплексом технических средств и на автоматизированном принятии решений в компьютерных экспертных системах. К ним, например, относится обеспечение безопасности процессов эксплуатации – автоматизированные инженерно-технические комплексы пожарной и охранной безопасности, электроснабжения, вентиляции, кондиционирования и т. д. В интеллектуальных зданиях эти разрозненные

функциональные системы, оборудованные датчиками эксплуатационного мониторинга, объединяются с СЦ (диспетчерской службой). Подобная система включает в себя языковой процессор, процессор проблем. Языковой процессор, как множество всех лингвистических средств управления данными и вычислениями, обладает возможностями накопления и использования больших объемов знаний. Функция процессора проблем состоит в моделировании текущей эксплуатационной ситуации из данных, полученных от языкового процессора, и выработке управляющего воздействия по сохранению устойчивости эксплуатационного цикла сооружения. Выбор между полностью автоматизированной экспертной системой или традиционной работой с группой экспертов-специалистов определяется стоимостью разработки соответствующего программного продукта и некоторым оптимальным уровнем качества и количества информации для принятия решения. Создание компьютерных экспертных систем оправданно для сложных объектов строительства, каждый из которых является сооружением во многом уникальным. В целом разработка экспертной системы для конкретной прикладной задачи целесообразна, если рассматриваемая задача часто возникает или нет достаточного количества квалифицированных экспертов.

Таким образом, в ситуационном центре пользователи с помощью экспертных систем оценивают состояние объекта, прогнозируют динамику эксплуатационного цикла, вырабатывают стабилизирующие и управляющие воздействия. При этом подсистема СЦ поддерживает смешанную продукционную модель представления знаний: базы данных различных документальных источников, нормативов, базы знаний и данные экспертного типа, как полученные от специалистов, так и формирующиеся по обучающей выборке эвристических правил и предписаний.

Система управления эксплуатационным циклом ОС позволяет взаимоувязывать его с циклами других уровней и объектов, выполнять их информационное сопряжение.

По результатам мониторинга вырабатываются рекомендации для управляющей системы более высокого уровня. Решения СЦ, связанные с организационно-технологическим развитием эксплуатационного цикла ОС, должны рассматриваться в координации со стратегией устойчивого развития, реализующейся на более высоких уровнях иерархии управления, включая комплексное поэтапное решение социально-экономических и экологических задач на местном (муниципальном), (региональном) и государственном уровнях (рис. 1.57).

Организационные структуры управления эксплуатационным циклом ОС могут быть связаны в единую систему на уровнях:

- региональных информационных центров;
- территориальных банков данных регионов.

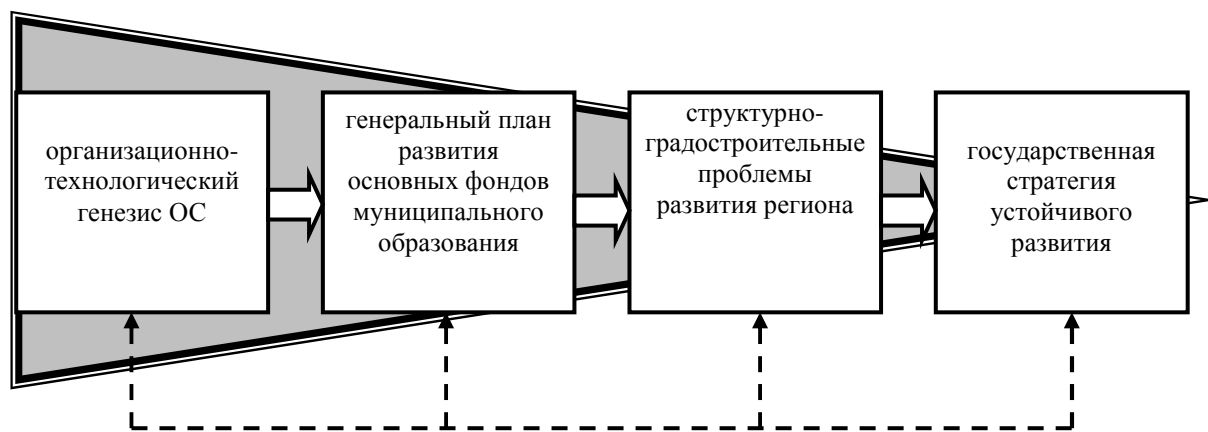


Рис. 1.57 – Координация уровней управления развитием

Организационная модель управления эксплуатационным циклом ОС базируется на отработанных подходах и программных средствах существующих систем мониторинга и ситуационных центров поддержки и принятия решений. Это позволяет интегрировать информационные ресурсы, а также технологично включить разрабатываемую модель в интегрированный информационный фонд. Интеграция данных по основным фондам становится единственно возможным способом повышения эффективности обоснования решений в условиях рассредоточенности значимой информации по многим базам данных и знаний, большого объема неформализуемой исходной информации и значительной неопределенности реализации эксплуатационного цикла ОС.

Таким образом, предлагаемая организация и модель управления эксплуатационным циклом ОС базируется на специализированных ситуационных центрах принятия решений и информационных ресурсах эксплуатационного мониторинга.

Предлагается создать структуру единого информационного пространства сети эксплуатационного мониторинга. Интеграция данных по основным фондам на различных уровнях управления составит базу существования электронных версий реальных объектов.

Концепция эксплуатационного мониторинга реального объекта строительства требует создания электронной версии (виртуального объекта). Это может быть реализовано на основе единого информационного пространства эксплуатационного мониторинга ОС, объединяющего данные по отдельным объектам, регионам, отраслям. Данные эксплуатационного мониторинга ОС предложено формировать в виде смешанной продукционной модели представления знаний: информация экспертного типа от специалистов, из различных документальных источников и нормативов объединяется с базой знаний, формирующейся по обучающей выборке эвристических правил и предписаний.

### ***1.6.6. Перспективы направления управления эксплуатационным циклом***

Методами организационно-технологического генезиса установлено, что параметры реализации эксплуатационного цикла ОС являются следствием воздействия трех групп факторов: детерминированных, вероятностных и ситуативных (непредсказуемых). Детерминированные и вероятностные факторы учитываются соответствующими моделями на стадии проектирования. Непредсказуемые воздействия на ОС приводят к неопределенности развития эксплуатационного цикла, их учет требует разработки моделей аналитического и прогнозного сопровождения ситуационных изменений.

Для обоснования вероятностных факторов реализации эксплуатационного цикла ОС разработана концепция единого прогнозирования ЭЦ, включающая два модуля обработки информации. В первом модуле прогнозируется динамика инфраструктуры земельного участка: вероятные изменения внешних требований к будущему объекту в течение планируемого срока эксплуатации. С этой целью может быть адаптировано и использовано наработанное программное обеспечение управления проектами в сфере оценки недвижимости. Определяется наилучшее функциональное использование земельного участка и соответствующие этому продолжительность и последовательность эксплуатационных стадий. Во втором модуле прогнозируется потенциал многофункциональности основных объемно-конструктивных параметров на основе исследований тенденций развития проектируемого производства, или функционального назначения ОС. В результате к дальнейшему проектированию принимается вариант, обоснованный как с позиций инвестиционного подхода (наилучшее использование, экономичность), так и с позиций инженерного подхода (эксплуатационная технологичность).

Единый методологический подход к обоснованию вероятностных параметров реализации эксплуатационного цикла позволяет обосновать изменения инфраструктуры и обеспечить системотехническую интеграцию интересов сторон: заказчика, подрядных, проектно-строительных фирм и потребителя строительной продукции.

Исследования подтверждают, что в течение эксплуатации ОС происходят изменения ситуативного характера, точное прогнозирование которых крайне затруднительно. В проекте сложно предусмотреть и регламентировать все параметры, нагрузки, внешние воздействия и инновации. Устойчивая эксплуатация объектов строительства при усилении воздействий внутренних и внешних дестабилизирующих организационных, технологических и экологических факторов может быть обеспечена постоянным мониторингом, оперативным анализом результатов мониторинговых обследований и устранением прогрессирующих дефектов и воздействий до того, как они превысят адаптационный ресурс объекта.

Для анализа ситуационных воздействий сформирована концепция и структура эксплуатационного мониторинга ОС, который, составляя информационную основу организационно-технологического генезиса эксплуатации, накапливает информацию для завершающего ликвидационного цикла объекта. В составе системы эксплуатационного мониторинга разработана математическая модель многокритериальной дескриптивной задачи ситуационного управления ОС, где состояние объекта задается вектор-функцией изменений, а эксплуатационный цикл представлен как равновесная траектория ситуаций взаимодействия факторов внешней среды и параметров эксплуатационного состояния объекта. Модель позволяет эксперту установить набор воздействий внешней среды на объект в конкретный момент времени, интерпретировать ситуацию и оценить возможность устойчивой эксплуатации сооружения в моделируемых условиях.

Целесообразность эксплуатационного мониторинга и возможность применения методологии организационно-технологического генезиса определяются оперативным получением больших объемов данных. Эксплуатационный мониторинг ОС предлагается базировать на высокотехнологичных методах получения и обработки данных – ГИС-технологиях и цифровой пространственной модели объекта в виде точечно-множественного отображения параметров, имеющих пространственную привязку, их координат и связанных с ними семантических данных.

Разработаны организация и модель управления эксплуатационным циклом ОС, которые базируются на специализированных ситуационных центрах принятия решений и информационных ресурсах эксплуатационного мониторинга. Организационная модель может быть реализована в рамках муниципальных городских формирований и ведомств как сеть ситуационных центров, поддерживающих организационно-технологические решения программным обеспечением и информационными массивами интеллектуальных ОС.

Данные эксплуатационного мониторинга ОС предложено формировать в виде смешанной продукционной модели представления знаний: информация экспертного типа от специалистов, из различных документальных источников и нормативов объединяется с базой знаний, формирующейся по обучающей выборке эвристических правил и предписаний.

## **1.7. Функционально-системный анализ ремонта и переустройства строительных объектов**

### ***1.7.1. Использование методов экономико-математического моделирования при проектировании реконструкции районов старой застройки***

Реконструкция районов старой застройки состоит из взаимосвязанных мероприятий по сносу и модернизации существующих, а также по строительству новых зданий, объектов благоустройства и

инженерного оборудования для достижения заданного уровня условий жизни в этих районах. Возможность осуществления в различных сочетаниях указанных мероприятий порождает множество допустимых решений, равноценных с точки зрения создаваемых для населения условий, но отличающихся по величине требуемых затрат. Выявление и объективное экономическое сравнение всех этих решений традиционными проектными методами невозможно, и проектировщики вынуждены довольствоваться определением и сравнением лишь небольшого числа вариантов. В таких условиях выбор оптимального варианта практически исключается, так как его может не оказаться в числе сравниваемых. Поэтому необходимо разработать метод, позволяющий в большей степени, чем это возможно при применении традиционных приемов проектирования, приблизиться к наиболее экономичному решению.

Особенности задачи реконструкции (многовариантность решений и необходимость их сравнения по единому экономическому критерию) указывают на целесообразность применения для ее решения таких современных методов оптимизации, как математическое программирование. С применением методов линейного программирования разработан первый вариант методики проектирования реконструкции кварталов старой застройки и экспериментальный проект реконструкции таких кварталов Киева. Эта методика была внедрена в практику проектирования реконструкции институтом Ленжилпроект. Одновременно методика совершенствуется в теоретическом плане.

Разработанный вариант методики предназначается для использования при проектировании реконструкции групп кварталов старой застройки на стадии проектов детальной планировки и застройки. Основными элементами методики являются экономико-математическая модель оптимизации реконструкции и принципы экономической оценки проектных вариантов.

При формулировании модели и принципа оценки учитывались две одновременные доли реконструкции: в реконструируемой группе кварталов должны быть достигнуты заданные градостроительные показатели (местная, или локальная, задача) и обеспечено наиболее рациональное с общегородских позиций использование территории кварталов (общая, или глобальная, задача). Именно решение второй задачи обеспечивает связь реконструктивных мероприятий в рассматриваемой группе кварталов с общегородскими градостроительными процессами. Эта связь проявляется в соответствии количества жилищного фонда в старом районе после его реконструкции количеству жилищного фонда, который должен быть возведен на свободных территориях. Действительно, если в результате реконструкции в старых районах произойдет увеличение или уменьшение количества жилой площади, то это означает, что объем строительства в новых районах должен быть соответственно уменьшен или увеличен. В

экономическом аспекте такая связь проявляется в различии затрат на изменение объема жилой площади в старом районе и стоимости строительства равного количества жилой площади во вновь осваиваемых районах. Лучшим считают тот вариант реконструкции старых кварталов, который обеспечивает решение локальной задачи с максимальной экономией по сравнению с созданием на свободных территориях жилищного фонда (с сопутствующими объектами городского хозяйства местного и общегородского значения) в количестве, равном количеству жилья в старых кварталах после реконструкции.

Величину указанной экономии  $O_p$  предлагается определять по следующей упрощенной формуле:

$$O_p = \mathcal{A}_\delta \hat{e} - \hat{E}_\delta, \quad (1.199)$$

где  $\mathcal{A}_\delta$  – количество жилищного фонда в реконструируемых кварталах после реконструкции, м<sup>2</sup>;  $\hat{e}$  – стоимость строительства 1 м<sup>2</sup> жилья\* с сопутствующими объектами городского хозяйства местного и общегородского значения в эталонном\*\* районе новой застройки, грн.;  $\hat{E}_\delta$  – затраты на модернизацию и капитальный ремонт сохраняемой застройки и на строительство новой в реконструируемом районе, включая расходы на развитие системы культурно-бытового обслуживания, инженерного оборудования и благоустройства территории, грн.

Основными понятиями предлагаемой модели являются: тип здания, способ использования здания и реконструктивная операция. Типы – это группы зданий, характеризующиеся одинаковым сочетанием способов использования и близкими значениями технико-экономических и стоимостных показателей. Под способами использования понимаются жилье и различные виды учреждений обслуживания, под реконструктивными операциями – мероприятия по преобразованию зданий одного типа в здания другого типа. Например, здания одного типа – это 5-этажные жилые дома без встроенных учреждений, а здания другого типа – такие же дома, но с детским дошкольным учреждением в первом этаже. Тогда преобразование здания первого типа в здание второго типа соответствует реконструкции первого этажа с переоборудованием жилья в детское дошкольное учреждение. Под видом таких преобразований из одного типа в другой могут быть зашифрованы все реконструктивные операции – снос, новое строительство, модернизация, надстройка, полное или частичное изменение способов использования.

Задачу реконструкции старой застройки можно представить в следующей математической форме (приводится упрощенный вариант модели).

---

\* Стоимостные показатели определяют путем суммирования (с учетом фактора времени) первоначальных единовременных затрат и затрат на последующие циклы полного (реновация) и частичного (капитальный ремонт) воспроизводства объектов.

\*\* В качестве эталонного района правильнее всего принимать так называемый замыкающий район, т. е. район с наибольшей стоимостью строительства.



Принимаем следующие условные обозначения:  $n$  – число типов зданий;  $m$  – число способов использования зданий;  $l$  – доля полезной площади зданий  $i$ -го типа ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), используемая  $j$ -м способом ( $j = 1, 2, \dots, m$ );  $F$  – площадь территории реконструируемой группы кварталов,  $m^2$ ;  $S_i$  – количество зданий  $i$ -го типа в реконструируемых кварталах на начало реконструктивного периода,  $m^2$  полезной площади;  $a_j$  – полезная площадь предприятий культурно-бытового обслуживания,  $m^2$ , требующаяся для обслуживания населения, проживающего на 1  $m^2$  полезной площади жилья (жилье соответствует  $j = 1$ );  $v_{ij} = v_{ij} - a_j v_{i1}^*$  – территория, необходимая для размещения 1  $m^2$  полезной площади зданий  $i$ -го типа,  $m^2$ ;  $c_{il}$  – оценка затрат на преобразование зданий  $i$ -го типа в здания  $l$ -го типа ( $i, l = 1, 2, \dots, n$ ), грн. на 1  $m^2$  полезной площади зданий  $i$ -го типа. Определяются в соответствии с выражением (1.199);  $x_{i,l}$  ( $x_{l,i}$ ) – неизвестные величины – количество полезной площади зданий  $i$ -го ( $l$ -го) типа, преобразуемых в здания  $l$ -го ( $i$ -го) типа ( $i, l = 1, 2, \dots, n$ ),  $m^2$ .

Модель реконструкции кварталов старой застройки принимает вид:

$$L = \sum_{i,l} c_{i,l} x_{i,l} = \min; \quad (1.200)$$

$$\sum_{l=1}^n x_{i,l} = S_i \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (1.201)$$

$$\sum_{i,l=1}^n v_{ij} x_{i,l} \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m); \quad (1.202)$$

$$\sum_{l=1}^n b_{ij} x_{i,l} \leq F; \quad (1.203)$$

$$x_{i,l} \begin{cases} = 0, & \text{если } i, l - \text{не являются парой взаимно простых чисел;} \\ > 0 & \text{иначе;} \end{cases} \quad (1.204)$$

Линейная форма (1.200) представляет собой величину экономии от реконструкции, причем экономия понимается в смысле критерия (1.199). Условие (1.201) определяет требование равенства количества зданий  $i$ -го типа, подвергаемых различным реконструктивным операциям  $\sum_l x_{i,l}$ , включая сохранение зданий без изменения ( $i = l$ ), ресурсу этих зданий  $S_i$ , имеющемуся на начало периода реконструкции. Условие (1.202) определяет требование соблюдения нормативов площади предприятий культурно-бытового обслуживания. Условие (1.203) определяет требование соблюдения нормативов плотности застройки: нормативное количество территории  $\sum b_{ij} x_{i,l}$  требующееся для размещения всех зданий, сохраняемых и возводимых в реконструируемых кварталах к концу проектного периода, должно быть не больше фактической площади кварталов  $F$ . Условие (1.204) указывает на необходимость равенства нулю

переменных, соответствующих всем недопустимым или заведомо нежелательным реконструктивным операциям, и неотрицательности всех остальных. Модель (1.200)-(1.204) – это модель линейного программирования.

Решение задачи реконструкции с помощью модели (1.200)-(1.204) позволяет получить рекомендации о составе реконструктивных мероприятий – сносе, новом строительстве, модернизации, надстройке, изменении способа использования зданий и частей зданий. При этом гарантируется достижение заданных градостроительных показателей с наименьшими затратами для города в целом. Эти рекомендации рассматриваются как задание для архитектурно-планировочного проектирования.

Недостаток модели (1.200)-(1.204) состоит в том, что в ней нет требований к взаиморасположению зданий на территории. Это может привести (и приводит) к получению решений, содержащих недопустимое в санитарно-гигиеническом отношении размещение групп зданий. Корпуса, входящие в один тип, могут располагаться по территории квартала самым случайным образом.

В то же время стоящие рядом здания могут относиться как к разным, так и к одному типу. Поэтому, при отсутствии в модели сведений о «соседях» и требований к расстояниям между ними, можно получить рекомендации о сохранении корпусов, образующих дворы-колодцы, если эти корпуса относятся к сохраняемым в решении типам зданий. В результате при соблюдении в целом по реконструируемому району или группе кварталов требуемых градостроительных показателей использования территории (плотности) в отдельных частях реконструируемой территории показатели могут нарушаться. Но несмотря на недостатки, модель (1.200)-(1.204) может быть полезна для получения оптимальных решений по реконструкции кварталов старой застройки.

Методика проектирования реконструкции кварталов старой застройки с применением модели (1.200)-(1.204) использована при обосновании реконструкции кварталов одного из районов Киева. Площадь группы кварталов – 19,3 га. На этой территории имеется жилая застройка и отдельные здания культурно-бытового обслуживания. Средняя этажность жилых зданий – 4,4; количество жилой площади – 142 тыс. м<sup>2</sup>, плотность жилищного фонда брутто – 7800 м<sup>2</sup>/га. В соответствии с генеральным планом предусмотрено преобразование этой группы кварталов в жилой микрорайон.

На первом этапе работ готовятся необходимые исходные данные: перечень типов зданий и возможных реконструктивных операций (этап завершается составлением таблицы переменных  $x_{i,l}$  и величин  $S_i$ ); градостроительные нормативы культурно-бытового обслуживания (величина  $v_{i,l}$ ) и использования территории (величина  $b_i$ ); стоимостные показатели (величина  $c_{i,l}$ ).

На основании анализа современного состояния имеющейся на территории кварталов застройки (рис. 1.58) и типовых проектов зданий, строительство которых возможно в рассматриваемых кварталах, была разработана система типов, включающая 122 позиции. 49 позиций – это типы существующих зданий в их современном состоянии, 50 позиций – типы зданий, которые могут быть получены в результате реконструкции существующих, и 23 позиции – типы возможных новых зданий. К одному типу отнесены корпуса с одинаковым значением следующих признаков: этажность, материал стен (группа капитальности), способ использования помещений (жилое, жилое с детским дошкольным учреждением на первом этаже, торговое и т. д.), физический износ, расположение в квартале (лицевые и дворовые корпуса), совершенство внутренней планировки (требуется или не требуется перепланировка), уровень санитарно-технического благоустройства (наличие или отсутствие соответствующих устройств). Общий перечень возможных операций для всех типов составил 405 позиций, т. е. 3,4 операции в среднем на один тип.

Вторым этапом работы является расчет задачи на ЭВМ (рис. 1.59)\*, третьим – графическая интерпретация машинного решения (рис. 1.60).

На четвертом этапе производится проверка полученного решения с помощью схемы санации. Эта схема в графической форме изображает мероприятия по разуплотнению застройки, дающие возможность в сохраняемых корпусах создать планировочными средствами квартиры с удовлетворительными санитарно-гигиеническими условиями. При сравнении чертежа, полученного в результате интерпретации машинного решения, со схемой санации – выявляются группы недопустимо размещенных зданий, которые разуплотняются, т. е. проектируется снос корпусов в этих группах так, чтобы оставшиеся здания были размещены по отношению друг к другу допустимым образом. Этот этап необходим только при проектировании реконструкции и переуплотненной застройки. Если таких групп нет, то можно перейти к последующему этапу работы – составлению проекта реконструкции.

Следующим этапом работы (при выявлении недопустимых ситуаций) является корректировка исходных данных, которая заключается в уменьшении площади зданий каждого типа на величину, равную площади корпусов, снос которых предусмотрен при проверке машинного решения по схеме санации.

---

\* В рассматриваемом примере решение было осуществлено по программе симплекс-метода на электронно-вычислительной машине БЭСМ-3м.

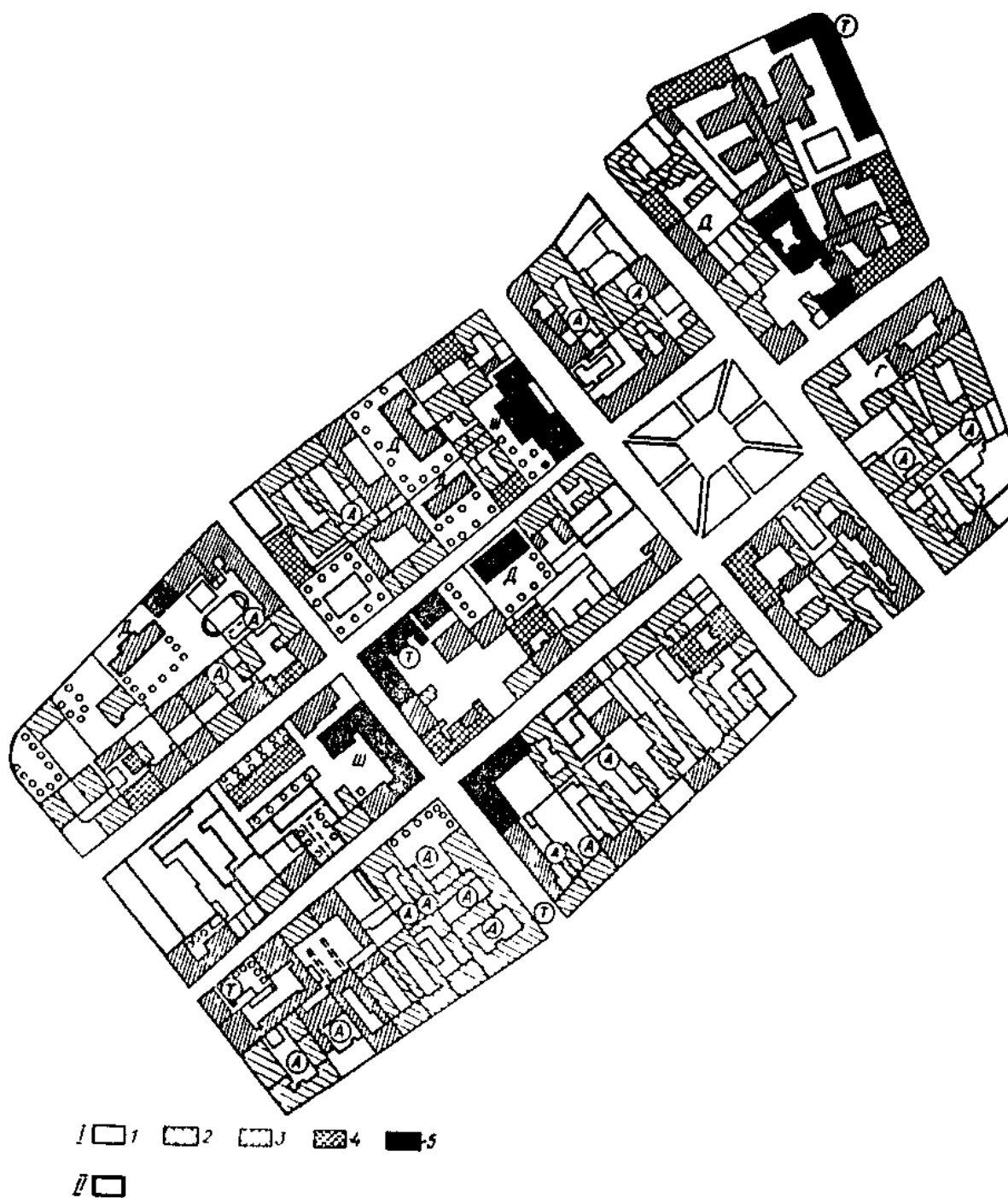


Рис. 1.58 – Характеристика существующей застройки:

I – действительная стоимость 1 м<sup>2</sup> площади застройки зданий (с учетом морального износа), грн., 1 – до 100; 2 – 100-200; 3 – 200-300; 4 – 300-400; 5 – 400-500; П – участки объектов внемикрорайонного значения; Ш – учреждения культурно-бытового обслуживания; Д – детские дошкольные учреждения; Ш – средние школы; Т – предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания, встроенные в первые этажи жилых домов; А – учреждения административно-хозяйственного обслуживания, встроенные в первые этажи жилых домов; Г – гаражи индивидуальных легковых автомобилей

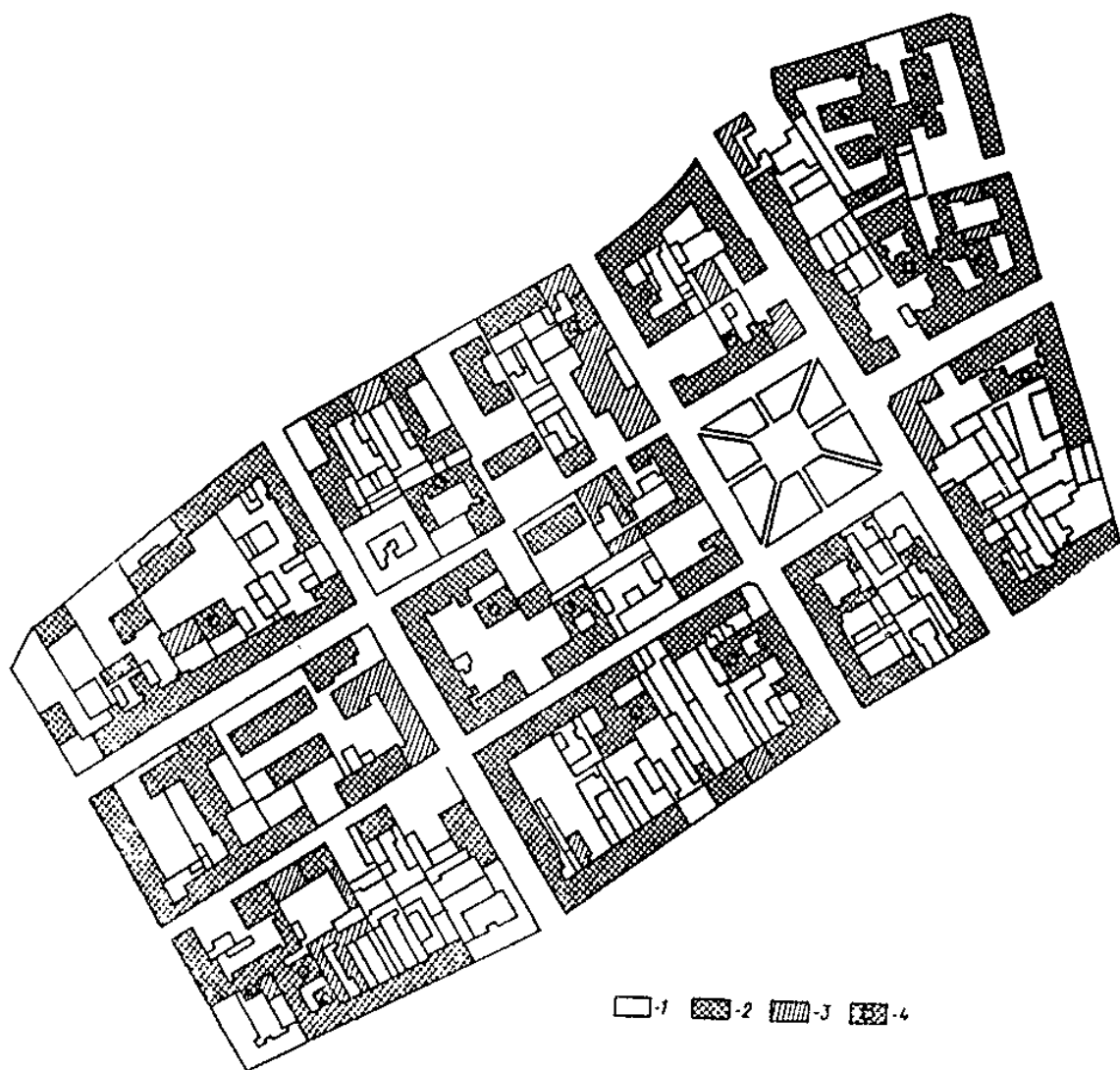


Рис. 1.59 – Интерпретация машинного решения (I этап расчета):  
 1 – сносимые типы зданий; 2 – сохраняемые типы зданий; 3 – частично сохраняемые  
 типы зданий; 4 – здания, подлежащие сносу на II этапе расчета по санитарно-  
 гигиеническим соображениям

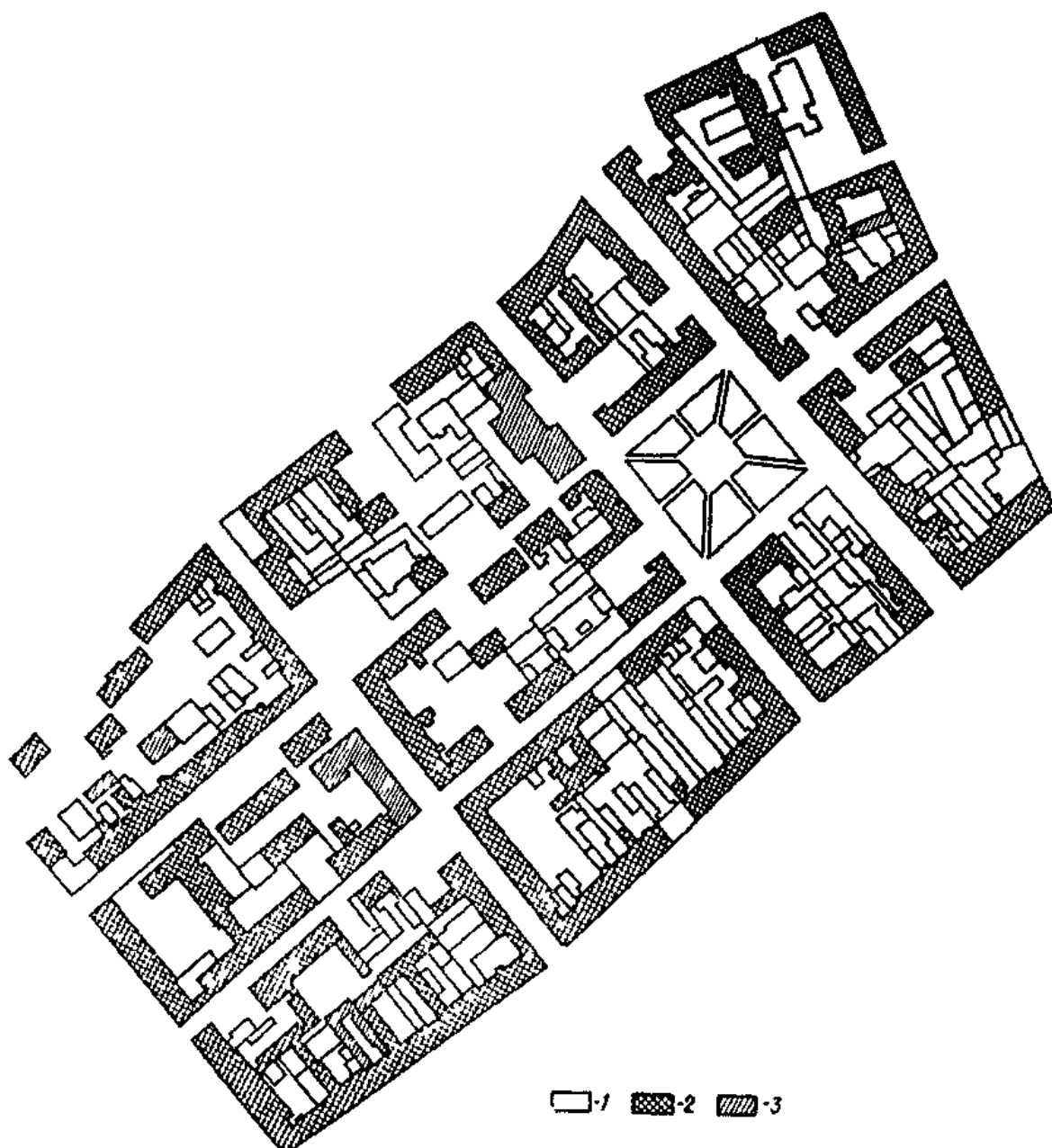


Рис. 1.60 – Интерпретация машинного решения (III этап расчета):  
 1 – сносимые типы зданий; 2 – сохраняемые типы зданий; 3 – частично сохраняемые  
 типы зданий

Затем осуществляется повторный расчет на ЭВМ и производится его графическая интерпретация. Второе решение также может содержать недопустимые комбинации зданий, но уже в других местах реконструируемых кварталов.

В целом технология проектирования реконструкции с помощью модели (1.200)-(1.204) может быть описана по следующей схеме:



В рассматриваемом примере допустимое решение получено в результате третьего цикла расчетов на ЭВМ (рис.1.60).

Следует отметить, что получение решений, возможно только при проектировании реконструкции переуплотненных районов старой застройки (типа центральных районов), содержащих недопустимые ситуации. В случае проектирования переустройства старых районов других типов (с экстенсивной или нормальной по плотности застройкой) таких недопустимых ситуаций не возникает. Однако в сложном процессе проектирования реконструкции районов старой многоэтажной интенсивной застройки необходимость ручной корректировки машинного решения является существенным недостатком. В связи с этим разработанную методику необходимо совершенствовать для получения уже на первом этапе машинного расчета решения, допустимого в санитарно-гигиеническом отношении и оптимального с экономической точки зрения. Совершенствование ведется в следующем направлении.

С некоторой условностью возможно выделение зданий, расположенных компактными массивами и не влияющими друг на друга в

санитарно-гигиеническом отношении (существует только взаимосвязь зданий в пределах одного массива). Была предпринята попытка выделить на территории реконструируемой группы кварталов подобные взаимонезависимые массивы (комплексы) и описать задачу реконструкции в терминах не только типов, но и комплексов. Всего выявлено 49 комплексов, и по каждому из них разработаны варианты реконструкции. Безусловно, этих вариантов будет значительно больше, чем по каждому из типов, поскольку в каждый комплекс входит несколько типов корпусов, и число комбинаций их преобразования может быть очень большим. Однако немалая часть комбинаций может быть отброшена как недопустимая (по санитарно-гигиеническим соображениям) или нерациональная. Тем не менее число комбинаций по каждому из комплексов может исчисляться десятками против единиц по типам. На рис. 1.60 представлены несколько вариантов реконструктивного преобразования одного из комплексов; так как комплексы считаются взаимонезависимыми, а внутри комплексов рассматриваются только допустимые комбинации их преобразования, – такой подход позволит получать допустимое оптимальное решение в результате первого расчета на ЭВМ.

«Комплексный» метод описания реконструкции также имеет некоторые недостатки. Часто бывает трудно выделить подобные взаимонезависимые группы зданий; возникает стремление увеличивать комплекс чуть ли не до размеров всего квартала. Это приводит к такому увеличению числа возможных переделок, что их перечисление и описание заранее, до машинного решения, становится невозможным. Поэтому приходится искусственно уменьшать размеры комплексов.

Соответственно с введением нового понятия «комплекс» откорректирована и экономико-математическая модель.

Пусть  $i = 1, 2, \dots, p$  – номера типов в старом смысле;  $i = p + 1, p + 2, \dots, n$  – номера комплексов, включая их современный вид и виды, которые они могут принять в результате реконструкции. Допустим, для комплексов  $i = p + 1, p + 2, \dots, n$  имеются переменные  $x_{i,l}$  такие, что

$$x_{i,l} \begin{cases} = 0, & \text{если } i \text{ не входит в комплекс } l; \\ = 1, & \text{если } i \text{ входит в комплекс } l. \end{cases} \quad (1.205)$$

Тогда вместо ограничения (1.205) имеем (1.205а) и (1.205б):

$$\sum_{l=1}^p x_{i,l} = S_i; \quad i = 1, 2, \dots, p; \quad (1.205а)$$

$$\sum_{l=p+1}^n x_{i,l} = 1; \quad i = p + 1, p + 2, \dots, n. \quad (1.205б)$$

Для комплексов несколько меняется и смысл величин  $v_{i,j}, b_i, c_{i,l}$ .

Это уже не удельные показатели на  $1 \text{ м}^2$  полезной площади, а показатели «на комплекс». Однако форма ограничений (1.202)-(1.203) остается неизменной.



Таким образом, для комплексов вводятся целочисленные переменные. Между тем решение задачи (1.200), (205а), (1.205б), (1.203)-(1.204) нецелочисленное, но предполагается, что его также удастся естественным образом интерпретировать.

Окончательно свойства и область применения каждого из изложенных подходов к экономико-математическому моделированию реконструкции могут определиться только по мере накопления опыта.

### ***1.7.2. Интерактивно-графический анализ***

Строительное производство является вероятностной системой, зависящей от множества случайных факторов, что существенно усложняет организацию производства. В таких условиях без использования соответствующих методов отображения процессов и результатов управления, без использования интерактивно-графических технологий подготовки и принятия решений управление делается непредсказуемым. Основой вероятностно-статистического метода интерактивно-графических технологий принятия управленческих решений является представление о распределениях, которыми отображаются зависимости между свойствами рассматриваемых объектов и процессов строительного производства. Основные показатели строительства (продолжительность, сметная стоимость, трудоемкость и др.) являются вероятностными в силу воздействия на них случайных факторов и должны характеризоваться распределениями, отражающими вероятности достижения запроектированной величины этих показателей.

Вероятностно-статистические методы рассматривают продолжительность, интенсивность, стоимость работ и другие показатели организации сложных строительных систем как случайные вероятностные величины, а значение целевой функции выражают статистическими распределениями. Поскольку большинство показателей переустройства городских кварталов являются вероятностными в результате воздействия на них случайных факторов, при оценке и моделировании этих факторов рекомендуется применять интерактивно-графический подход, основанный на принципах новой научно-практической дисциплины – инфографии.

При взаимодействии человека с компьютерными средствами современных информационных технологий в строительстве широко используют зрительную (тексто-графическую, образную) информацию. Известны несколько основных направлений использования такой информации в строительных информационных технологиях: диалоговые поисковые системы в форме вопроса-ответа с тексто-графическим отображением результата; системы интерактивного решения оптимизационных задач с визуализацией процесса и результатов оптимизации; отображение проектных и управленческих решений в отчужденной от разработчика (документированной) форме для дальнейшего использования таких документов в процессах организации переустройства городских кварталов.

Графический входной язык строительных информационных технологий особенно эффективен в диалоговом общении, так как он удобен и понятен для пользователя, позволяет обеспечить быстрый доступ к нужной информации. Такое общение имеет много составляющих: понимание, выбор языка общения, принятие решений с учетом целей и мотивов, согласование целей, использование различных видов информации, обеспечение комфортности, информационные потребности и др. Интерактивно-графические системы позволяют уйти от непосредственного применения пользователем сложных математических моделей, которые должны быть скрыты во внутримашинном пространстве информационной технологии. Кроме того, для решения многих сложных задач переустройства городских кварталов формализация в принципе невозможна или нецелесообразна из-за многокритериальности, отсутствия четких критериев, вероятностного характера производства и т. д.

Вполне оправданным является желание специалистов не слепо выполнять решения, принимаемые по используемым в информационной технологии жестким алгоритмам оптимизации, а иметь весьма удобную для руководителя возможность непосредственно участвовать в процессе организации и управления строительным производством. Взаимодействие человека и компьютера обеспечивается непрерывным диалогом между ними и совместным формированием решений как до начала, так и в ходе производства. В диалоге человек изменяет свои решения до тех пор, пока не получит желаемые результаты. При этом за человеком остается учет не формализуемых или трудно формализуемых факторов на основе опыта, интуиции, здравого смысла. Вносимое человеком творческое начало, в сочетании с возможностями современных компьютеров обрабатывать огромную информацию и выдавать решения в удобной графической форме, являются главным преимуществом таких интерактивно-графических систем.

Представление информации в графическом виде обеспечивает не только компактность получаемых документов. Как известно, восприятие человеком графической информации значительно выше, чем текстовой. Это позволяет правильнее и быстрее оценивать и принимать инженерно-экономические решения, которые в настоящее время определяются требованиями рыночной экономики. В частности, все критерии и показатели оценки инженерных решений нуждаются в пересмотре с этих позиций. Однако выбор главного критерия в условиях многокритериальных задач и выбор метода их решения представляют для организации строительства значительную научно-техническую проблему, решение которой интерактивно-графическими методами часто является наиболее рациональным.

Анализ зарубежного опыта переустройства объектов городских кварталов показывает, что существует совокупность методов и средств (инструментарий) для управления организационно-технологическими и организационно-экономическими решениями при переустройстве, а также

для контроля и оценки качества достигаемых результатов. Появление и использование такого инструментария связано с новыми свойствами и требованиями переустройства городских кварталов по сравнению с организационными технологиями реконструкции зданий и сооружений.

Переустройство приходится выполнять в условиях:

- рыночной экономики;
- минимизации или почти полного отсутствия государственного финансирования;
- жесткой зависимости получения внебюджетного финансирования от безусловного соблюдения необходимых инвестору сроков, объемов и качества переустройства конкретных объектов квартала;
- стесненности строительной площадки;
- наличия конкурирующих проектно-строительных организаций и фирм, готовых выполнить те же работы по переустройству и полностью соблюсти требования инвестора.

Для учета этих условий и управления организационно-технологическими решениями реконструкции и строительства применяются календарные графики самого различного содержания и назначения. Они позволяют в наглядной форме планировать и отслеживать выполнение строительно-монтажных работ, своевременно реагировать на возмущения и отклонения от их планового выполнения. Не потеряли календарные графики своего принципиального значения и в условиях компьютерных информационных технологий организации строительного производства. Однако в экономических условиях перестройки хозяйственного механизма многие вновь создаваемые строительные фирмы и организации либо упростили работу с календарными графиками, либо заменили их текстовыми документами, либо вообще отказались от их использования. При этом забывается главное свойство календарного графика: специалист-строитель за тексто-графическим отображением информации видит совокупность планируемых технологических процессов организации строительного производства, оценивает их рациональность, может представить альтернативные варианты и способы «расшивки» узких мест.

Таким образом, календарный график является специфическим средством подготовки и принятия организационно-технологических и организационно-экономических решений в строительном производстве при переустройстве городских кварталов. В конечном итоге фирмы и организации, использующие более чем вековой опыт работы с календарными графиками и реализующие их в компьютерных технологиях организации строительного производства на базе мощных современных систем машинной графики, имеют гораздо больше шансов выжить в конкурентной борьбе, свойственной рыночной экономике.

Рассмотрим основные преимущества графического представления информации о переустройстве городских кварталов, позволяющие

календарным графикам играть существенную роль в организации и технологиях строительного производства, достигать необходимого качества строительно-монтажных работ, выполнять сроки и объемы переустройства отдельных зданий и сооружений, инженерных коммуникаций и сетей квартала. Календарные графики, созданные и использованные при командно-административной системе управления строительством, не соответствуют их постоянно усложняющемуся содержанию и назначению (моделирующему, расчетно-иллюстративному, контрольно-управленческому, статистическому и др.), новым методам построения (компьютерные средства машинной графики) и применения, не позволяют комплексно учитывать финансово-экономические, организационно-технологические, инженерно-графические и вычислительно-технические требования современного строительного производства.

На протяжении последних десятилетий в отрасли строительства были выполнены многочисленные исследования и разработки методического и программного обеспечения интерактивно-графических моделей для решения в диалоговом режиме задач планирования, управления, проектирования с автоматизацией подготовки исходных данных и выводом результатов расчетов в графической форме. Одной из первых таких разработок является унифицированный программный комплекс ГРАФОР, в состав которого вошли пакеты программ по обеспечению ввода и формирования графических данных для тематического картографирования, цифрового моделирования рельефа местности, календарного планирования и управления строительством, отображения пространственных диаграмм, графиков, автоматизированного получения оперативной информации о сложившейся ситуации в интересующем районе общего генерального плана. В последующие годы на базе ГРАФОРА были сделаны многочисленные интерактивно-графические программы моделирования организации строительного производства. Разработанные программы формирования и графического вывода календарных планов производства работ при автоматизированном проектировании организационно-технологической документации позволяют существенно сократить трудоемкость проектирования и повысить производительность труда проектировщиков.

Исследователи процессов переработки информации человеком указывают, что процесс восприятия во многом зависит от структуры и характера ранее накопленных специалистом сведений. Графическое изображение позволяет привлекать необходимые порождающие структуры с целью построения из них частных интерпретаций, сопоставляемых с вновь поступающей информацией. При решении проблемы оптимального представления графической информации используется метод структурно-информационного анализа. На его основе разработаны условные графические обозначения основных компонентов реализующих, порождающих структур и базовых типовых конструкций процессов мышледеятельности.

Определение информативности проектно-сметного документа в строительстве является известной технологией квалитетического исследования информационных потоков. Трактовка информации как «отраженного разнообразия» дает возможность применить при этом математический аппарат вероятностной теории информации. Объем информации  $I$  проектного документа измеряется количеством индивидуальных объектов; характеристик (показателей) каждого объекта строительства; надписей на проектном документе и др. Мера информационной емкости варьируется двоичным логарифмом числа  $n$  частей целого, т. е.  $I = \log_2 n$ . Критерием для выделения такого числа  $n$  частей целого (элементов проектной документации) служат формальные процедуры определения «количества условных линий» по методике, используемой также для определения трудоемкости графических проектных работ. Если на документе оценивается один вид объектов, характеризующихся одним показателем (признаком), причем число объектов равно  $n$ , а число градаций –  $D$ , то в этом случае  $I = \log_2 nD + \log_2 n + \log_2 D$ .

При оценке проектных документов с помощью количественных методов необходимо анализировать процесс разбиения графического изображения проектировщиком на типовые элементы документации (ТЭД). Графическая информация ранжируется при восприятии человеком внешнего мира от конкретного к абстрактному (шкала убывающей изобразительности и увеличивающейся абстрактности изображения по отношению к объекту). По возрастанию абстрактности графические изображения расположены следующим образом: фотография; рисунок; географическая карта; картоид; таблица, матрица, граф, двумерная структурная формула; линейная формула; условное графическое изображение; ТЭД (единичный элементарный знак). В этом ряду размерность модели уменьшается от двух до нуля, максимальное число измерений у отображаемого объекта – от трех (фотография и рисунок) до сколь угодно большого (формулы).

Семантическая наглядность, свойственная фотографии, постепенно снижается и исчезает между графом и формулой. Синтаксическая наглядность больше связана с вербальным языком и понятийными моделями. Она появляется на стадии рисунка, достигает апогея в картоидах и уменьшается, но еще сохраняется в формулах. Фотоснимки не соотнесены с языком, так как являются не продуктом мыследеятельности человека, а физической копией реальной природы. Рисунок демонстрирует нечеткое соответствие с процессом мышления, когда выбор изображаемого определяется сознанием проектировщика. Выделение отдельных позиций названного ряда сущностей, располагаемых по убыванию наглядности, является методическим приемом. На самом деле существует бесчисленное число промежуточных состояний этого множества, в настоящее время не имеющих своего графического отображения или же пока ему не поддающихся.

Используемые в строительстве тексто-графические документы по их содержанию разделяют на четыре группы:

- локализация объектов, явлений и процессов, реально отображающая только то, что существует или происходит в границах конкретно выделенного участка территории, времени или другого ресурса;
- территориальные связи (миграционные, обменные, кредитные, информационные и т. д.) как внутри конкретной территории, так и с другими (не обязательно смежными);
- позиционно-релятивные связи внешних систем и контекста по отношению к исследуемому объекту или ресурсу; эта группа документов очень мало изучена (хотя потенциальные возможности их значительны) и требует предварительного инфографического моделирования отображаемых сущностей;
- причинно-следственные отношения.

Общая тенденция в попытках создать комплексные чертежи объектов заключается в разработке различных приемов совмещения названных выше четырех групп документов. Более сложно движение от абстрактного к конкретному, в результате чего получают новые типы графических изображений, не укладывающихся в приведенную выше систематизацию. Одним из перспективных типов таких конкретно-абстрактных графических изображений является картоид или картоподобное изображение.

Картоид относится к конкретной территории, характеризует ситуацию, с ней связанную, позволяет при ее показе отойти от разменов территории и составляющих ее частей (например, кварталов района города) и оценивать их по различным показателям. Картоиды удобны при показе абсолютных значений характеристических показателей. В строительстве широко применяются документы, не являющиеся изображениями реально существующих конкретных объектов, предметов и процессов, а представляющие собой их заменители (модели), принципиальные схемы. В них различают три уровня инфографического моделирования:

- метрический (точные формы, размеры);
- геометрический (относительные размеры);
- топологический (соседство, порядок, наличие связей).

Исследование восприятия информации проектировщиком основывается на экспериментальном обнаружении порогов восприятия формы, порогов различимости объекта и фона и других задач, возникающих при выполнении проектно-графических работ. Удастся установить корреляции элементов чертежа с величинами трудоемкости их восприятия или выполнения (графирования) проектировщиком. С точки зрения содержательно-логического «чтения» чертежей оценка того, что и как воспринимает человек на изображении, тесно связана с процессом мышления, т. е. с тем, что и как человек думает об объекте своего восприятия.

Проектирование связано с символизацией, организацией, процедурами развертки и свертки информации в мыследеятельности, использованием предметных и абстрактных средств визуализации для анализа и оценки каждого мыслительного шага и всей динамики развертывания генерируемых проектных решений. Важно не только уметь определять информативность, объем и трудоемкость формирования и восприятия графической информации об объекте проектирования, изображенном на проектном документе, но и выявить общие механизмы творческой визуализации посредством отображения процесса формирования проектируемого объекта в визуальном сознании.

Современной реализацией этой идеи являются интерактивные системы автоматизированного проектирования в строительстве, использующие автоматизированные банки информации, специализированные системы формирования и выпуска проектно-графической документации. В языке документации выделяют следующие основные виды функциональных отношений: внешний вид, структура, организация, движение, система, процесс, размер, количество, тенденция, деление, место, расположение, положение.

Взаимосвязанное изучение методов оценки информативности проектного документа, восприятия, переработки и генерации информации в технологиях автоматизированного диалога компьютера и человека на базе средств визуализации информации выявило сложность и глубину проблем интеллекта человека, отражающего деятельность в наглядных инфографических моделях. Наиболее важной характеристикой графических языков является инвариантность относительно системы координат и способа преобразования.

Инвариантное отображение процессов и результатов мыследеятельности в компьютерных технологиях проектирования организационно-технологической подготовки строительного производства нашло свое воплощение в системе «ИНВАРИАТРОН», обобщающей существующие типы инвариантных преобразований. Эта система отображает *признаки* (свойства, отношения, процессы, явления, которые остаются инвариантными в процессе преобразования структурной, геометрической, динамической и другой симметрии объекта) и *изменения* проектируемого объекта инвестиционного проекта. Инфография как система взаимосвязи информативности проектной документации и способности человека воспринимать информацию в процессе организации строительного производства – способна формировать многочисленные модели, используемые при организации строительного производства вообще и организации переустройства жилых кварталов в частности.

Рассмотренные выше инфографические методы позволяют характеризовать их как наиболее приемлемые для анализа организации переустройства городских кварталов. Они позволяют охватить и учесть всю сложность переустройства, отобразить ее в форме календарных графиков и обеспечить своевременное и качественное выполнение

строительно-монтажных работ. Однако в рамках инфографических моделей необходимо произвести анализ существующих принципов формирования языка общения человека с техническими средствами отображения информации в компьютерных технологиях организации строительного производства.

Все отображения подразделяют на *графики* (форма задана однозначно) и *структурные графы* (взаимное расположение в размеры отдельных частей отображения не задаются). Графики с равномерными и неравномерными шкалами по осям координат могут отображать взаимосвязь параметров в дискретной (множество отдельных точек) или непрерывной форме (соединяющая, «поглощающая» эти точки ломаная прямая или кривая линии). Последние могут быть названы линейными.

*Линейные графики* были предложены в конце XIX в. Однако основные принципы их построения и использования не изменились до сих пор. На линейных графиках применяют условные графические обозначения, линии разных толщин и начертаний, алфавитно-цифровые тексты, содержательную информацию о плановых и фактических работах и сроках, причинах выполнения или невыполнения работ, простоях, изменениях норм выработки и т. д. Структура линейных графиков определена строительными нормами и инструкциями по составлению проектов организации строительства и производства работ. Среди достоинств линейных графиков – простота построения, наглядность, наличие подробных характеристик видов работ и данных о потребности в рабочих и механизмах на каждую работу и единицу времени, возможность отображения на одном графике всего перечня основных и дополнительных работ строительного производства. Однако при большом числе работ трудно на линейном графике отразить их технологическую взаимозависимость, равномерность, интенсивность, критический путь и ряд других характеристик. Для графического отражения на линейных графиках специфики организации работ строительного производства в пространстве, необходимо работы разделить на участки и наложить дополнительные связи работ во времени.

На одном графике можно задавать несколько параметров одной размерности (например, начальное и конечное время выполнения работы). Соединяя точки начала и конца цикла, получим *линейные диаграммы (дискретные циклограммы)*, Ломаные прямые или кривые линии, соединяющие точки начала или конца циклов, образуют "ленты" трудоемкости (*ленточные циклограммы*), которые преобразуются в линейные циклограммы при нулевом цикле.

*Сетевые графики* используют для отображения технологических взаимосвязей строительных работ. Их формирование и начертание регламентировано строительными нормами и правилами. По назначению различают одноцелевые (одно завершающее событие, цель) и многоцелевые (несколько завершающих событий, целей) сетевые графики. Изображение сетевого графика не в масштабе времени требует



использования специальных обозначений (цветных и пунктирных линий, передвижных флажков, стрелок и др.) для показа хода работ и отставания их от контрольных сроков. Недостатки сетевых графиков: перегруженность работами и событиями; жесткость заранее заданной топологии; отражение полного предшествования между зависимыми работами, что искажает реальную организацию строительного производства. Горизонтальная проекция стрелки *сетевого графика в реальном масштабе времени* – отражает суммарную продолжительность всех видов работ операции, что позволяет назвать это отображение графиком. Однако четкое разделение на уровни разбиения дерева графа позволяет считать эти отображения структурными графами (т. е. сетевые графики в реальном масштабе времени – это промежуточная форма между графиками и структурными графами).

*Структурные графы* содержат множество сопроводительных надписей и цифровых обозначений, являются наиболее информативными и сложными при автоматизированной их разработке.

*Линейные диаграммы* не содержат наклонных линий, имеют близкое к оптимуму сочетание линий и знаков (линий – около 52%, знаков – 48%). Любое из рассмотренных выше графических отображений можно представить как конечное множество взаимосвязанных между собой линейных диаграмм (модульный чертеж Радищева-Мемке).

*Циклограммы* стали широко применяться в отечественном строительном производстве в период становления теории неритмичных потоков в 50-е годы. Использование циклограмм способствовало разработке и внедрению многих эффективных и оригинальных методов организации строительного производства крупных жилых комплексов, микрорайонов, других строительных объектов. Циклограммы отображают разные виды потоков, показывают траектории движения исполнителей (рабочих, бригад, машин) во времени и в пространстве по единым правилам построения этой инфографической модели. В сочетании с сопутствующими графиками распределения ресурсов циклограммы позволяют выявить возможность сокращения сроков строительства, простоев и перерывов, перераспределить объемы инвестиций и др. Циклограммы, особенно ленточные, содержат до 50% избыточной информации. При одинаковой величине трудоемкости цикла вместо них желательно построение линейных диаграмм (или линейных циклограмм), проходящих через средние значения трудоемкости цикла. Наименее информативны линейные, а наиболее информативны – ленточные циклограммы.

Календарные графики неритмичного потока с непрерывным освоением частных фронтов изображают в виде линейных *диаграмм*, если частные потоки не имеют дополнительных шкал, а представляют собой фиксированные точки на координатной оси.

*Сетевые графики в масштабе времени* позволяют в 2,4 раза сократить текстовую часть, но содержат в 2,8 раза больше графической

части по сравнению со структурными графами.

*Комбинированные* документы совмещают достоинства линейных, циклограмм, сетевых и других графиков. Различают пять основных разновидностей комбинированных документов: линейно-поточные графики, векторные циклограммы, сетевые циклограммы, графики поточной организации, поточно-сетевые графики.

*Сопутствующие графики* весьма разнообразны, многие, хотя и сопутствуют календарным графикам, несут самостоятельную информационную нагрузку и часто применяются как независимые организационно-управленческие документы строительного производства. Сопутствующие графики разделяют на модели распределения ресурсов, накопления ресурсов, распределения вероятностей, номограммы и схемы.

Форма и содержание графиков взаимосвязаны: содержание играет определяющую роль по отношению к форме, а неразвитость формы ограничивает возможность серьезных шагов в развитии содержания инфографических моделей строительного производства. Взаимная увязка строительных процессов одного и того же способа их выполнения (последовательного, параллельного, совмещенного) может быть отображена в виде линейного графика, циклограммы или сетевого графика.

Каждая из названных разных форм календарных графиков отображает одно и то же содержание, позволяет моделировать организационно-технологическую подготовку и выбирать наиболее целесообразный вариант по продолжительности строительства объекта, совмещению работ, потреблению ресурсов или другому критерию эффективности. Использование этих графических моделей в составе информационных технологий организации строительного производства при переустройстве городских кварталов определяется наличием в них конкретных программных средств наглядного представления информации.

Действующая в настоящее время организационно-технологическая документация многократно информационно избыточна и, как следствие, труднодоступна при восприятии. Анализ информативности различных графических моделей и документов выявил значительные колебания объема информации за счет ее дублирования и избыточности, а также значительные превышения того объема, который человек способен эффективно воспринимать и перерабатывать.

Физиологические и психологические свойства конкретного человека позволяют ему воспринимать одновременно определенную дозу информации. По исследованиям достаточно большого количества людей, работающих в информационных технологиях строительного проектирования и управления, автор выбрал для использования в организации строительного производства при переустройстве городских кварталов принцип *информационно-графического минимума*, т. е. оптимальной для восприятия порции тексто-цифровой и графической информации, которая определяется в пределах от 160 до 500 бит.

Тексто-цифровая информация порции не должна существенно превышать 6-8 строчек текста, в каждой из которых не более 60 букв или цифр. Семантическая информативность одной буквы текста в среднем равна 1,5 бит. Для графических изображений (чертежи, схемы, календарные графики и др.) информативность одной линии в среднем равна 3,8 бит. Максимальное число линий изображения в одной порции не должно превышать 130 шт. Разделение графика на порции производят последовательными итерациями: сначала выделяют основные смысловые направления (ветви графика), а потом для каждой ветви определяют объем порции информации, который корректируют (уменьшают или увеличивают), чтобы он нес законченную смысловую нагрузку.

Переустройство градостроительных комплексов – новый объект, требующий адаптации перечисленных выше календарных графиков к особенностям организации строительного производства на отдельном городском квартале в условиях стесненной строительной площадки и разработки новых вариантов и форм этих графических моделей применительно к современным рыночным условиям инвестирования в процессе реализации проектирования и возведения комплексного объекта переустройства.

### ***1.7.3. Анализ с помощью план-графиков***

Результаты проектирования переустройства объектов существующей застройки городских кварталов, сноса или возведения новых комплексов, коммуникаций, зданий и сооружений представляются в форме документации. Каждый из традиционно используемых в строительном производстве документов (план, схема, макет, график и др.) с известной степенью достоверности моделирует запланированный комплекс работ по организации или управлению строительным производством. Так как более 80% информации человек получает по зрительному каналу, большинство из названных документов частично или полностью могут быть отнесены к графическим (образным, зрительно воспринимаемым) документам. Как было показано выше, формированием мыследеятельностных образов, их отчуждением от разработчика и документированием занимается инфография и ее раздел – *инфографическое моделирование*.

В качестве моделей организации и управления переустройством городских кварталов успешно применяются различные календарные план-графики (ПГ), которые давно уже стали основными организационно-управленческими документами производства строительных работ. Составление ПГ является трудоемким и ответственным процессом, требующим не только значительных затрат времени, но высокой профессиональной квалификации и инженерного искусства их разработчиков. Актуальность соответствия ПГ реальным условиям и оперативного учета организационных изменений в процессах строительного производства существенно возрастает при переустройстве городских территорий в связи с постоянным усложнением условий

строительства и строящихся объектов.

Работающие в отрасли строительства и вновь разрабатываемые системы автоматизации проектирования и автоматизированные системы управления внесли в методологию календарного планирования и организации строительного производства определенные принципиальные изменения, связанные со спецификой компьютерных технологий деятельности. Существовавшие ранее формы ПГ не учитывали в достаточной степени инженерно-графических и вычислительно-технических требований, крайне важных в условиях автоматизации проектирования и управления.

Инженерно-графические требования подразумевают использование норм и правил соответствующих стандартов инженерной графики, необходимость в унификации графического языка ПГ, потребность в устранении избыточной графической информации. Вычислительно-технические требования связаны с учетом постоянно расширяющихся возможностей вычислительной техники, требований инженерной психологии, специфики интерактивного взаимодействия человека и компьютера в режиме диалога. При этом необходимость графического воспроизведения строительных процессов и построения разнообразных ПГ должна не только не снижаться, а значительно возрастать по мере усложнения строительного производства в новых рыночных условиях. Наглядные календарные ПГ, содержащие необходимую и достаточную информацию для оперативного руководства строительным производством в среде информационных технологий, всегда были и будут нужны.

Традиционные формы ПГ (перечисленные выше линейные, циклограммы, сетевые, комбинированные и сопутствующие календарные графики) учитывали только организационно-технологическое содержание и отражали в графической форме лишь время и место производства работ, организационные и технологические связи процессов. Нужны новые системотехнические формы ПГ, а также методы их построения и применения, комплексно учитывающие организационно-технологические, инженерно-графические, вычислительно-технические и организационно-экономические требования.

Комплексное системное исследование применяемых при переустройстве городских кварталов ПГ и новых требований к ним позволило автору отобрать наиболее рациональные из применяемых и разработать новые формы, методы построения и применения ПГ. Это значительно повышает их организационно-управленческую роль и оказывает положительное влияние на эффективность процессов строительного производства.

Научно-методологической основой такого исследования системотехнических характеристик ПГ стали публикации в области теории систем, моделирования и ЭВМ, планирования, технологии, организации и управления строительством, автоматизации проектирования и управления, инженерной графики, инженерной

психологии и программированного обучения многих отечественных и зарубежных ученых. Автор, используя нормы и правила теории вероятностей и математической статистики, выполнил исследование организационных, технологических, экономических, графических, вычислительных, технических, информационных характеристик создания и применения календарных ПГ. Выявлено, что терминология в области разработки и использования ПГ для организации и управления строительным производством не упорядочена. Линейные, ленточные, циклически-линейные, линейно-поточные, поточно-циклические, линейные диаграммы, циклограммы (линейные, ленточные, векторные, матричные), стрелочные диаграммы, сетевые, поточно-сетевые, сетевые циклограммы, календаризированные сетевые, обобщенные сетевые – вот далеко не полный перечень разных названий ПГ, применяемых в строительстве. Одинаковые ПГ по-разному называют и, наоборот, одинаково называют разные ПГ. Каждая из форм ПГ имеет свою историю возникновения, опыт внедрения, определенную область применения, преимущества и недостатки. При формировании выборки ПГ автор не учитывал размеры календарных графиков и количество отражаемых в них характеристик, а принимал во внимание только принципиальные возможности каждого ПГ отражать конкретные характеристики процессов и результатов организации строительного производства при переустройстве городских кварталов. Такой подход к формированию выборки позволил избежать рассмотрения громоздких ПГ и перейти к рассмотрению укрупненных, обобщенных, упрощенных, но сохранивших все качественные и количественные графические характеристики тех или иных форм и разновидностей ПГ. Общее число различных ПГ, из которых была произведена выборка, составило:

$$\sum N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 = 2040 \text{ шт.},$$

где  $N_1$  – число ПГ в каждой группе.

Общее число выборки ПГ составило:

$$\sum N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 = 200 \text{ шт.},$$

где  $n_1$  – число ПГ из каждой группы.

Соблюдено условие случайности выборки, так как ПГ в составе групп  $N_1, \dots, N_5$  и выборок из этих групп  $n_1, \dots, n_5$  выбирались случайно. При формировании этой случайной выборки было выдержано условие пропорциональности, т. е. выбрано для всех пяти групп исследованных ПГ постоянное отношение  $N_1/n_1$ , равное 10,2. Эта выборка обладает также представительностью, необходимой для проведения исследования. Значения  $N$  выбраны по таблице достаточно больших чисел для заданных значений «степени уверенности» (характеризуемой вероятностью  $\delta$ ) и допустимой ошибки  $E$  при исследованиях. Эти значения следующие:  $\delta = 0,95$  и  $E = 0,05$ . Среднее значение  $N_1 = 384$ . По номограмме достаточно больших чисел определены величины  $n_1$ , которые значительно меньше  $N_1$

и позволяют сократить объем исследования, не уменьшая «степени уверенности» и не увеличивая допустимой ошибки. Мера изменчивости  $\nu$ , (коэффициент вариации) определена для каждой группы  $n_i$ :  $\nu_1 = 18,2\%$ ;  $\nu_2 = 36,5\%$ ;  $\nu_3 = 33,1\%$ ;  $\nu_4 = 25,6\%$ ;  $\nu_5 = 31,9\%$ .

Представительность выборки имеет реальный смысл при условии, что  $\nu$  должно быть меньше или равно 50%. Названные выше значения  $N_i$  находятся в указанном диапазоне, что подтверждает представительность отдельных групп ПГ и всей исследованной совокупности ПГ в целом.

Исследование выборки ПГ показало, что календарные план-графики отличаются по разным признакам:

*организационно-технологические признаки* (уровень управления, вид потока, метод организации, вид ресурсов, вид графической и алфавитно-цифровой информации, метод сбора исходной информации и т. д.);

*инженерно-графические признаки* (форма графика, его информативность, средства вычерчивания, соответствие нормам ГОСТ, УСПД, ЕСКД и т. д.);

*вычислительно-технические признаки* (ввод данных, способ расчета, вывод данных и т. д.).

Каждый признак, в свою очередь, делится на ряд группировок.

Для сокращения трудоемкости исследования ПГ и сохранения достаточной достоверности полученных результатов из всего множества показателей была сделана сгруппированная выборка по каждому из четырех следующих аспектов (организационно-технологическому, организационно-экономическому, инженерно-графическому и вычислительно-техническому), каждый из которых оценивается своим показателем. Все четыре группы показателей считаются равнозначными по своей весомости в интегральном системотехническом показателе  $K$ , характеризующем системотехнические свойства ПГ. Численные значения  $K$  определяются как среднее квадратическое от значений четырех названных выше показателей. Исследование системотехнических свойств ПГ показывает, что ПГ чаще отражают взаимосвязь времени и пространства (более 80% всех исследованных ПГ имеют временную ось, более 70% отражают пространство, реже – взаимосвязь работ и ресурсов, совсем редко – выполнение работ в заданные сроки и при имеющихся ресурсах).

Более 60% исследованных ПГ соответствует требованиям системы проектной документации в строительстве (СПДС). Недостаточность информации выявлена в 3% ПГ, ее избыточность обнаружена в 50% ПГ. Членение ПГ на модули по пространству проявляется в 50% случаев, по времени – в 83% ПГ.

Возможность отражения видов работ в сетевых ПГ достигает 85%, в комбинированных – 75%, в линейных – 74%, в циклограммах – 62% и в сопутствующих – 45%. Количество специфичных показателей, характерных для отдельных форм ПГ, значительно больше (более 75%

общего количества показателей). Эти и другие численные оценки значений показателей усреднены для исследованной выборки ПГ. Таким образом, каждая форма ПГ имеет специфические возможности отображения процессов и результатов решения задач организации и управления строительного производства при переустройстве городских кварталов.

Комплексное изучение на основе принципа системотехнического единства всех организационно-технологических, инженерно-графических и вычислительно-технических требований позволило определить удовлетворяющую им *модульную* форму ПГ.

План-графики состоят из отдельных достаточно простых модулей (элементов), отражающих последовательность и пространственный фронт работ, критические пути, относительные значения равномерности, непрерывности, интенсивности, расхода ресурсов и других параметров. Совокупность дополняющих друг друга модульных ПГ имеют общую временную ось абсцисс и разные (масштабные и безмасштабные) оси ординат, позволяют выполнять композицию, декомпозицию, сопоставление и наложение таких ПГ. Каждому модулю ПГ соответствует компьютерный вариант операций ввода, вывода и обработки информации. Принцип модульности позволяет пользователю автоматизированных систем проектирования и управления в строительстве расширять и изменять возможности организации и управления строительного производства, отражаемые ПГ, в процессе переустройства городских кварталов. Современные системы компьютерной графики поддерживают и расширяют возможности реализации модульных ПГ путем использования аппарата двумерного, трехмерного и многомерного проецирования.

Необходимым этапом определения рациональных направлений дальнейшего развития и совершенствования ПГ является анализ развития их форм, методов построения и применения. ПГ представляют собой производственные документы, устанавливающие очередность, сроки, технологию и организацию выполнения работ по строительству объектов и комплексов в процессе переустройства городских кварталов. Совокупность расчетно-вычислительных, проектно-графических и организационно-управленческих работ по созданию и использованию ПГ обычно определяется как *календарное планирование*.

Задачи календарного планирования в основном относятся к комбинаторным многокритериальным задачам упорядочения (во времени) дискретных процессов работ. Трудности построения адекватных математических моделей не позволили пока создать эффективные математические методы для точного или близкого к нему решения задач календарного планирования. Поэтому наряду с поисками таких методов разрабатывают и применяют различные эвристические методы решения этих задач, процедуры и результаты которых отображаются различными ПГ.

В зависимости от планового, экономического, технологического, организационного или управленческого характера задач календарного

планирования можно выделить четыре назначения ПГ: моделирующее, расчетно-иллюстративное, контрольно-управленческое, статистическое.

Различные назначения ПГ свидетельствуют о важной и разносторонней их роли в совершенствовании организации и управления строительством. План-графики должны удовлетворять требованиям, которые определяются современными особенностями технологии, организации и управления строительным производством и могут быть условно разделены на три укрупненные группы: производственно-технологические, объемно-конструктивные, организационно-технологические.

*Производственно-технологические требования* обусловлены особенностями технологии основного производства, размещаемого в строящихся зданиях и сооружениях, и длительностью инвестиционного цикла. Особенности, связанные с технологией основного производства (разделение на пусковые очереди, технологические узлы, сложность монтажа оборудования и т. д.), должны найти отражение в ПГ, которые своей формой и содержанием призваны удовлетворять требованиям самых различных пользователей: проектировщиков, плановиков, экономистов, экспертов, финансистов, заказчиков, подрядчиков и т. д.

Для разных управленческих функций (планирование, финансирование, снабжение, контроль и т. д.) нужны различные по форме ПГ, которые должны обеспечивать свертку (укрупнение) и развертку (разукрупнение) всех параметров организации и управления. Необходимо сочетание различных функций и способность перехода одной формы ПГ в другую, соответствие формы ПГ тому или иному содержанию. Наличие таких ПГ облегчит стыковку различных критериев и ограничений при решении сложных организационно-управленческих задач, а также будет способствовать согласованию решений, принимаемых на различных управленческих уровнях.

*Объемно-конструктивные требования* обусловлены спецификой продукции строительного производства зданий и сооружений и, в первую очередь, их объемно-планировочными и расчетно-конструктивными решениями. *Объемно-планировочные решения* (генеральные планы комплексов, планы зданий, сооружений, технологических блоков, этажность, горизонтальная и вертикальная увязка помещений и технологического оборудования) реализуются в период строительства с соблюдением правил техники безопасности, технологии строительного производства. В этих условиях первостепенное значение приобретает показ на ПГ пространства (участков, захваток, этажей, технологических блоков и т. д.), а также возможность четкого отражения совмещения строительно-монтажных работ, различных исполнителей. *Расчетно-конструктивные решения* (прочность, жесткость, устойчивость конструкций в стадии строительства, наличие рам жесткости в продольном, поперечном и вертикальном направлениях, учет ветровых, снеговых и монтажных нагрузок в период строительства)



предусматривают безопасность работы строителей и монтажников. С этой целью ПГ должны четко показывать необходимую степень членения и совмещения работ, размещение их в пространстве, очередность возведения отдельных конструкций с детализацией до отдельных колонн, ферм и панелей на определенных участках, где сооружаются узлы, пояса жесткости, связи и т. д. Разнородность строительных материалов и конструкций, существенно отличных технологий обработки также требует четкого отражения в ПГ (технологические перерывы и простои для подготовки фронта работ, твердения бетона, сушки окрашенных поверхностей и т. д.).

*Организационно-технологические требования* обусловлены параметрами строительного производства: временем (продолжительностью работ), пространством (расположением фронта работ), составом исполнителей, количеством работ и связей. Время выполнения работ в строительном производстве может колебаться от нескольких минут до нескольких лет и, по сложившейся практике, может измеряться в минутах, часах, рабочих днях, неделях, месяцах, кварталах, годах. Каждое временное измерение соответствует определенному виду, объему, количеству работ, и составление ПГ должно вестись с учетом этих факторов. Временная ось имеется у большинства ПГ и используется при сопоставлении различных ПГ и приведенных на них параметров. Это предъявляет определенные требования к масштабированию временной оси, наглядности ее графического изображения, унификации временных отрезков.

Общая продолжительность работ во многом предопределяет их детализацию и форму ПГ. Так, оперативные графики на день, неделю, месяц должны быть более детализированы по пространственным и временным взаимосвязям работ, чем графики на год или несколько лет. Пространственное расположение фронта строительных работ также может быть весьма разнообразным по размерам (от отдельных комнат и помещений до микрорайонов и территориально-промышленных комплексов), по концентрации объемов работ (от рассредоточенных на больших территориях мелких сельских объектов до сосредоточенных на небольших площадках металлургических или энергетических объектов). В каждом из этих случаев предъявляются свои специфические требования к ПГ.

Важной особенностью строительного производства, которая должна находить отражение в ПГ, является характеристика специализации, кооперирования, подчиненности исполнителей работ. Количество строительно-монтажных работ, их видов и взаимосвязей определяют размеры ПГ. При большом количестве работ ПГ часто превращаются в нечитаемые тома или рулоны бумаги. Читаемость ПГ может быть обеспечена при обоснованном укрупнении и разукрупнении работ для каждого уровня управления.

В результате проведенного автором исследования многочисленных ПГ, выявления их свойств и применимости при организации строительных

работ по переустройству городских кварталов была сформирована совокупность календарных план-графиков.

Большое количество объектов на площади переустройства, их объемно-конструктивная разнотипность, разнообразие требований заказчиков, особенности финансирования, ограниченные сроки проведения работ, поставок материалов и оборудования, разнообразие видов выполняемых работ и другие обстоятельства усложняли организацию переустройства, затрудняли применение известных методов календарного планирования.

При переустройстве приходилось выполнять работы по реконструкции, реставрации, ремонту, частичному и полному сносу, достройке, надстройке, пристройке, перестройке отдельных зданий и сооружений, их комплексов, монтажу, ремонту и замене разнообразного технологического оборудования, кирпичной кладке стен и перегородок, отоплению, водопроводу, канализации, устройству легких металлических конструкций и подвесных потолков, облицовке керамической плиткой и декоративными панелями, устройству мягкой кровли, устройству полов из линолеума, паркета, керамической плитки, мрамора, штукатурные, малярные, столярные и другие работы. Стесненность строительной площадки, разнообразие работ, часто неудобная по времени и факту выполнения их привязка требовали привлечения различных субподрядных организаций.

Согласование требований и возможностей многочисленных исполнителей, необходимость управления процессами строительного производства при жестких временных и финансовых ограничениях требовали эффективного решения многих трудно формализуемых задач. В этих условиях незаменим диалоговый режим взаимодействия с ЭВМ, осуществляемый человеком в процессе решения управленческих задач. Объединение в режиме диалога формально-логических и информационных возможностей ЭВМ с личным опытом, интуицией и другими неформальными способами решения задач значительно повысило эффективность управленческих решений, их оперативность и организационно-экономическую надежность в рамках инвестиционного проекта переустройства кварталов. Сократилось количество простоев, повысилась ритмичность загрузки рабочих, согласованность действий субподрядных организаций и исполнителей, что в конечном счете обеспечило выполнение экономических показателей инвестиционного проекта.

В целом применение инфографических методов и ПГ организации переустройства жилых кварталов в рамках информационных технологий управления позволило: отказаться от формализации ряда задач по распределению ресурсов и расширить круг проблем, решаемых в диалоге «человек-компьютер»; использовать способности человека принимать эвристические решения на основе зрительно воспринимаемой информации, повысить эффективность и качество решений; сократить

затраты на разработку математического обеспечения, за счет передачи на ЭВМ только легко формализуемых задач; ускорить принятие правильных решений, оперативно обнаруживать неверные пути поиска; обеспечивать визуальный контроль за ходом решения и организационно-экономическую надежность результатов реализации инвестиционного проекта переустройства условно автономных городских территорий.

При сокращении продолжительности переустройства городских кварталов в результате применения средств и методов инфографического моделирования экономический эффект от досрочного высвобождения активной части производственных фондов и ускорения оборачиваемости оборотных фондов  $\dot{Y}_g = E_y \cdot \hat{O} \cdot (\dot{O}_{\bar{a}} - \dot{O}_{\bar{i}})$ , где  $E_y$  – условный коэффициент эффективности;  $\hat{O}$  – стоимость основных производственных и оборотных фондов;  $\dot{O}_{\bar{a}}$  – средняя продолжительность переустройства квартала до внедрения инфографического моделирования;  $\dot{O}_{\bar{i}}$  – средняя продолжительность переустройства квартала после внедрения методики.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_i I_i}{\sum_{i=1}^{i=n} C_i}, \quad (1.206)$$

где  $C_i$  – сметная стоимость  $i$ -го объекта;  $I_i$  – продолжительность реконструкции  $i$ -го объекта.

Экономический эффект по снижению себестоимости в результате повышения коэффициента ритмичности ввода объектов

$$\dot{Y}_\delta = r \cdot (R_{\bar{i}} - R_{\bar{a}}) \cdot \tilde{N}, \quad (1.207)$$

где  $r$  – снижение стоимости строительно-монтажных работ при повышении уровня ритмичности на 1%, может быть принят по данным практики равным 0,5%;  $R_{\bar{i}}, R_{\bar{a}}$  – уровень ритмичности после и до применения инфографического моделирования;  $\tilde{N}$  – сметная стоимость работ.

Экономический эффект от снижения себестоимости, вследствие сокращения продолжительности переустройства в результате уменьшения условно-постоянной части накладных расходов

$$\dot{Y}_\sigma = \dot{I}_{\bar{i}} \cdot \left( 1 - \frac{\dot{O}_{\bar{i}}}{\dot{O}_{\bar{a}}} \right), \quad (1.208)$$

где  $\dot{I}_{\bar{i}}$  – условно-постоянная часть накладных расходов.

Полный годовой экономический эффект составляет  $\dot{Y} = \dot{Y}_g + \dot{Y}_p + \dot{Y}_\sigma$ . Таким образом, экономический эффект от применения инфографических методов организации переустройства городских кварталов включает перечисленные составляющие, которые обеспечивают прибыль участникам инвестиционного проекта.

Однако прибыль как итог финансовой деятельности предприятия,

равный разнице между результатами хозяйственной деятельности в виде произведенной и реализованной по действующим ценам продукции и затратами на производство этой продукции, является вероятностным показателем. Вероятностный характер прибыли зависит от многих факторов и в значительной степени определяется вероятностным характером выработки, которая, в свою очередь, зависит от сбоев финансирования, поставок материально-технических ресурсов, поломок машин и механизмов, природно-климатических условий, ошибок проектно-сметной документации и других факторов. Поэтому в рыночных условиях при оценке технико-экономической эффективности любых инноваций переустройства городских кварталов недостаточно ограничиваться традиционными методами оценки, поскольку все они не учитывают вероятностных характеристик строительного производства и рыночной экономики. В этой связи важное значение приобретает оценка надежности (устойчивости, достоверности) экономических показателей реализации инвестиционного проекта.

Переустройство городского квартала, как указано выше, производится с минимально необходимыми перебоями и неудобствами в жизнедеятельности населения этого квартала. Поэтому строительное производство при переустройстве представляет собой совокупность сравнительно небольших фронтов строительных работ в условиях стесненной строительной площадки. Это заставляет строительные фирмы вести работы по переустройству сразу на нескольких строительных площадках переустраиваемого городского района, на отдельных его фрагментах или даже на нескольких переустраиваемых районах города.

Формирование единого для всех совмещаемых объектов переустройства и реконструкции календарного плана работ нуждается в оценке организационно-экономической надежности (ОЭН) как важнейшего критерия возможности выполнения финансовых договоров с заказчиками.

Строительные затраты отражает показатель «капитальные вложения» как характеристика отдельных работ в переустраиваемом квартале:

$r_{ynl3}(t)$  – капитальные вложения в проведение работы  $t$  на участке  $n$ , грн.;

$u_{nt}(t)$  – прибыль предприятия от реализации продукции, выпущенной на участке  $n$ , грн.

Функция  $u_{nt}(t)$  имеет три периода проявления (до, во время и после переустройства квартала или его фрагмента) и позволяет получить информацию о доходах до проведения работ, во время переустройства и после его завершения.

Прибыль  $P$  определяется формулой:

$$P = \sum_t (t) (u_t(t) - r_3(t)) \cdot \gamma_t, \quad (1.209)$$

где  $\gamma_t$  – коэффициент дисконтирования, т. е. приведения денежных

вкладов к началу проведения работ;

$$\gamma_t = (1 + E_u)^{-t}, \quad (1.210)$$

где  $E_u$  – коэффициент эффективности капитальных вложений, учитывающий инфляционные процессы в экономике.

Получение экономической оценки предполагаемого варианта организации переустройства городского квартала позволяет определить соответствующий ему вариант расчета прибыли.

Для сравнения различных вариантов организации работ на переустраиваемом городском квартале или его фрагменте необходим анализ для одного и того же временного отрезка различных вариантов организации такого переустройства.

Величины  $r_3(t)$  и  $u_1(t)$  рассчитываются за каждый определенный промежуток времени. Расчет показателя возможен при определении функции распределения продолжительности проведения работ с переходом к соответствующей функции распределения прибыли от проводимых организационных мероприятий по переустройству городского квартала.

Прибыль  $P$  на  $s$ -м участке календарного план-графика пропорциональна времени проведения работ. Свойства математического ожидания и дисперсии случайной величины позволяют получить значения математического ожидания прибыли  $\mu_{ps}$  на переустраиваемом объекте или комплексе  $s$ :

$$\mu_{ps} = P_s \cdot \mu_{0s}; \quad \rho_{ps} = P_{ps}^2 \cdot \rho_{0s}.$$

В соответствии с центральной предельной теоремой и с учетом необходимости анализа получаемой прибыли на определенном временном отрезке после завершения переустройства жилого квартала  $[T; t_{\max}]$ , итоговое распределение прибыли:

$$\mu_p = \sum_{s=1}^s \mu_{ps} + P[T; t_{\max}], \quad \rho_p = \sum_{s=1}^s \rho_{ps}, \quad \sigma_p = \sqrt{\rho_p}, \quad (1.211)$$

где  $\mu_p$  – математическое ожидание прибыли от проведения работ на объекте в целом;  $\rho_p$  – дисперсия распределения, характеризующего прибыль от проведения работ на объекте в целом;  $\sigma_p$  – среднеквадратическое отклонение.

Размер прибыли является нормально распределенной величиной с характеристиками  $\mu_p$  и  $\sigma_p$ . При этом величина математического ожидания  $\mu_p$  представляет собой размер наиболее вероятной прибыли при реализации выбранного варианта переустройства жилого квартала, т.е. организационно-экономическую надежность. Основой интерактивно-графического моделирования является использование знаний экспертов в узкой предметной области строительного производства, организации переустройства и реконструкции жилых кварталов.

#### ***1.7.4. Логико-семантический анализ***

Выработка организационных проектных решений переустройства городских кварталов и комплексов (ГК) в ряде случаев может основываться на логико-смысловом анализе.

В анализе инвестиционно-строительных проектов переустройства ГК можно выделить два уровня целей инвестирования:

1) уровень концептуального описания, на котором определяется предметная область существования системы, выявляются основные направления развития в текущем периоде и в будущем;

2) уровень определения конкретных задач, возникающих в рамках реализации разработанной на первом уровне концепции.

Некорректно определенная предметная область или не проработанная концепция могут привести к отсутствию положительных социально-экономических результатов при реализации переустройства ГК и к различным видам прямого или косвенного ущерба.

Инвестиционно-строительные проекты переустройства ГК, обеспечивающие эффективное решение социально-экономических проблем, в настоящее время все чаще выступают в качестве объектов проектирования и управления. Применение логико-смыслового анализа инвестиционно-строительных проектов позволяет выделить ключевые элементы, выявить тематические подсистемы, построить структуру их взаимосвязей, а в процессе реализации проекта рационально распределить ресурсы и формировать организационные подразделения для решения отдельных комплексов задач проектов.

Практическое использование логико-смыслового анализа включает автоматизированное выделение главных структурных элементов с учетом их относительной значимости в общей системе высказываний, построение граф-схем семантической модели с различной степенью детализации, а также структурную декомпозицию общего объема информации на информационные единицы (или когнитивные элементы) по критерию относительной значимости.

Совершенствование методов логико-смыслового анализа развивается в двух основных направлениях: построение так называемых «разверток» или выделение тематически единых областей по принципу «от общего к частному» и структурный анализ предметной области построенной семантической модели. Построение разверток используется для совершенствования исходной системы информационных единиц, поиска не установленных на начальном этапе семантических связей и добавления необходимых новых элементов и связей.

Последовательность логико-смыслового анализа представлена на рис. 1.61.

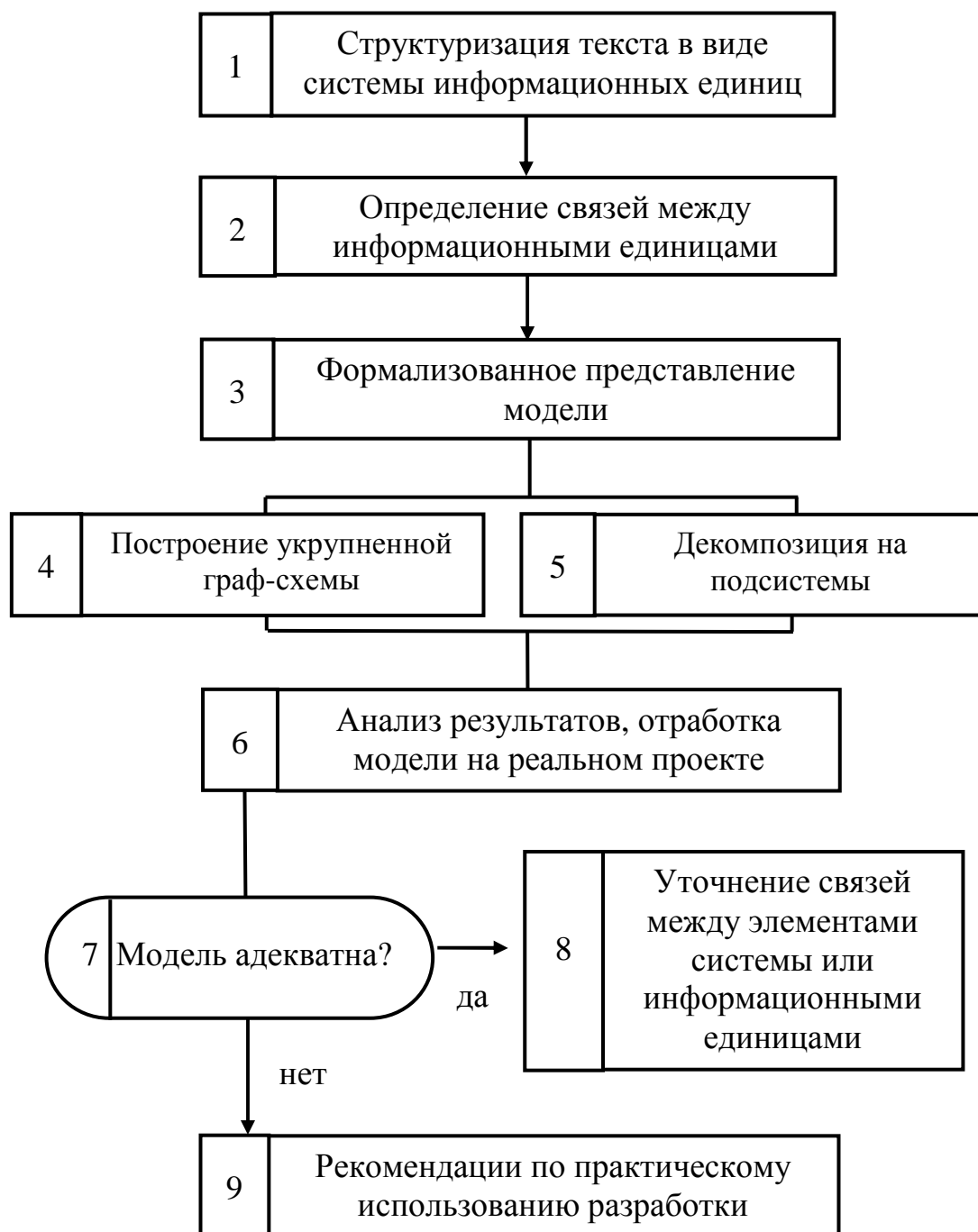


Рис. 1.61 – Схема логико-смыслового анализа проектов переустройства ГК

На первом и втором этапах производится структуризация текста в виде системы информационных единиц и выявляются связи между ними. Далее модель преобразуется для автоматизированной обработки в виде конечного логико-смыслового графа заданного матрицей смежности. Затем анализ идет в двух направлениях: представление сети с требуемой степенью детализации и декомпозиция ее на подсистемы с определением их связей. На заключительном этапе проводится анализ полученных результатов и отработка модели на реальном проекте. Если результаты удовлетворительны, то модель применима для формирования и анализа инвестиционно-строительных проектов переустройства ГК. Если нет, то

проводится доработка модели путем внесения новых информационных единиц и дополнения системы связей и отношений между ними.

Логико-смысловая модель представляется в виде конечного связного графа  $G(X, P)$ , где множество вершин  $X$  соответствует множеству когнитивных элементов, составляющих модель, а множество ребер  $P$  – множеству связей между ними. Ребро  $(a, b)$  существует тогда и только тогда, когда между элементами  $a$  и  $b$  есть смысловая связь, т. е. вершины  $a$  и  $b$  – смежные. Как уже отмечалось, в графе не производится дифференциация связей. Принимается, что между двумя понятиями или информационными единицами существует двусторонняя связь, а следовательно, граф логико-смысловой модели – неориентированный.

Граф  $G$  имеет большую размерность и цикличность. Анализ графа логико-смысловой модели позволяет выявить структуру моделируемой предметной области, обнаружить неполноту модели и достигать более адекватного отображения моделируемого проекта путем внесения новых понятий (информационных единиц) и их связей. Задачи логико-смыслового моделирования и методы их решения в рамках теории графов приведены в табл. 1.5.

Логико-смысловое моделирование позволяет исследовать предметную область в 2-х основных направлениях:

1) последовательное изложение аспектов рассматриваемой проблемы от общего к частному (построения разверток);

2) структурный анализ предметной области, который включает в себя построение структурной схемы с различной степенью детализации, декомпозиция на подсистемы и определение их взаимосвязей, оценки подсистем.

Таблица 1.5

Задачи логико-смыслового моделирования и методы их решения в рамках теории графов

Этап	Задачи	Методы решения
1	выделение главных информационных единиц	построение укрупненной граф-схемы по показателю валентности вершин или передаточным числам
2	декомпозиция на подсистемы	построение $p$ -медианы графа и связанных подмножеств
3	определение взаимосвязей и отношений подсистем	построение схемы взаимосвязи полученных подграфов
4	оценки подсистем	определение и анализ характеристик подсистем и их внутренних и внешних связей
5	оценки системы	построение графа взаимосвязей подсистем и его анализ как системы

Реализация инвестиционно-строительных проектов переустройства ГК представляет собой комплекс взаимоувязанных мероприятий,



направленных на достижение определенных целей, поэтому особый интерес представляет структурная декомпозиция объемов исходной проектной информации и дальнейший анализ подсистем и их связей. Характеристики отдельной вершины или их совокупности в логико-смысловой сети, т. е. характеристики когнитивных элементов (информационных единиц) и подсистем, которые они образуют, могут интерпретироваться по-разному. Структурные характеристики получают содержательное толкование. Например, число связей когнитивного элемента (валентность, степень вершины) можно рассматривать как признак его абсолютной значимости в рамках данной системы суждений. Используя показатель числа связей когнитивного элемента, можно строить представления предметной области с разной степенью детализации.

В логико-смысловой модели наряду с показателем абсолютной значимости, используется другой показатель, который позволяет судить об отношении между данным когнитивным элементом и всеми остальными. Таким показателем является суммарное расстояние от данной вершины до всех остальных. В терминологии теории графов данный показатель называется передаточным числом.

Передаточное число вершины характеризует относительную значимость когнитивного элемента в сети.

В экспертных системах используются показатель расстояния между двумя вершинами графа и показатель суммарного расстояния от данной вершины до остальных. Критерии установления связей между элементами близки к логико-смысловым. Связи в данной системе являются также неориентированными. В этом представлении в виде графа взаимное отношение любых двух элементов характеризуется некоторым качеством, которое убывает с увеличением расстояния между соответствующими вершинами графа. Для логико-смысловой модели подобное качество может характеризовать смысловую близость двух информационных элементов. Передаточное число или показатель суммарного расстояния может использоваться на двух уровнях. Во-первых, для построения укрупненных граф-схем логико-смысловой сети процесса реализации проекта с различной степенью детализации. Во-вторых, для декомпозиции логико-смысловой сети процесса реализации проекта в целях выделения подсистем и определения приоритетных направлений его реализации.

В процессе декомпозиции происходит разбиение рассматриваемой системы на элементы или операции по определенному критерию. Иными словами, это поиск разбиения множества когнитивных элементов на классы, связи между которыми организованы определенным образом. Для декомпозиции исходной системы когнитивных элементов на подсистемы с последующим установлением связей между ними предлагается использовать метод построения подмножества *p*-меридиан графа логико-смысловой сети. При таком подходе учитывается не абсолютная, а относительная значимость отдельного элемента и подсистемы, что позволяет связывать различные аспекты исследуемой проблемы.

Выявление подмножества главных ключевых информационных единиц (когнитивных элементов) логико-смысловой модели, которые являются центрами подсистем, можно отнести к так называемым «минисумным» задачам размещения на графе. В рамках этого подхода в графе модели производится поиск подмножества вершин, для которых сумма расстояний до всех остальных минимальна. В терминологии теории графов такие вершины называются кратными медианами, или  $p$ -меридианами, где  $p$  – мощность построенного подмножества. Для каждой вершины рассчитывается показатель суммарного расстояния до других вершин, который называется передаточным числом. Затем определяется вершина, для которой данный показатель минимален. Эта вершина является медианой исследуемого графа. Поиск вершин-медиан или близких к ним по значению передаточного числа означает отбор когнитивных элементов (информационных единиц), которые тесно связаны с остальными элементами сети. Логические последовательности, выстраиваемые из выделенных элементов, в своей совокупности имеют минимальные длины.

Каждая вершина, входящая в  $p$ -меридиану, и связанное с ней множество вершин представляют собой порожденный подграф графа  $G$ . Полученные подграфы соответствуют подсистемам исследуемой предметной области.

Некоторые показатели, характеризующие значимость и отработанность модели, могут быть определены для каждого элемента подсистемы и для всей системы в целом.

На основе сравнения этих показателей для разных значений  $p$  определяется оптимальное количество подсистем.

Структурный анализ включает следующие задачи:

1. построение укрупненной граф-схемы проблемной области:
  - 1.1. по абсолютной значимости элементов сети;
  - 1.2. по относительной значимости элементов сети;
2. декомпозиция проблемной области на подсистемы:
  - 2.1. нахождение  $p$ -меридианы логико-смыслового графа проблемной области и построение связанных подмножеств элементов;
  - 2.2. построение графа взаимосвязей подсистем и анализ его как системы.

Цель нахождения  $p$ -меридианы в графе логико-смысловой модели – определение подмножества элементов, которое наиболее тесно связано по смысловому содержанию с остальными элементами. Для каждого элемента, входящего в  $p$ -меридианное множество, определяются связанные элементы, т. е. вокруг элемента из  $p$ -меридианного множества формируется подмножество когнитивных элементов, имеющих наиболее тесные смысловые связи с ним и с друг другом. Полученные подмножества вершин графа образуют порожденные подграфы исходного графа логико-смысловой модели. Каждый подграф соответствует

некоторой подсистеме рассматриваемой проблемной области.

Значение  $p$ , т. е. количество подсистем, определяется исходя из особенностей решаемой задачи. В процессе исследования сети может быть рассмотрено несколько различных значений  $p$ . Необходимо отметить, что  $p$  – медиана графа не единственна по составу элементов. Так, если смысловая близость к остальным когнитивным элементам логико-смысловой сети для всех составов  $p$  – медианы одинакова, то для декомпозиции может быть использован любой вариант. Осуществить ранжирование вариантов состава  $p$  – медианы можно только по интуитивным, не формализуемым критериям, исходя из практического опыта экспертов, разрабатывающих модель. Но большая размерность модели и дифференцированность когнитивных элементов, ее составляющих, не позволяют осуществить эту процедуру с какой-либо обоснованной степенью достоверности. Поэтому при декомпозиции проблемной области варьируется только значение  $p$  и при его фиксированном значении определяется минимальное значение передаточного числа для выбранного подмножества.

Определение количества подсистем обуславливается также областью, в которой разрабатывается целевая программа. Например, для реализации инвестиционно-строительных проектов переустройства ГК начальное количество подсистем проекта определяется как исходя из тематического состава самого проекта, так и из общепринятого системотехнического разбиения строительных объектов на подсистемы.

Для каждой подсистемы определяются следующие характеристики:

- мощность – число составляющих элементов ( $n$ );
- удельный вес – отношение мощности к числу элементов всей сети

$h_{\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{n}{N}$ , где  $N$  – общее число элементов в системе;

– внешняя связанность – число связей между элементами системы ( $c_{\ddot{a}\ddot{a} \ddot{o} \ddot{o} \ddot{\delta}}$ );

- относительная внутренняя связанность или плотность подсистемы
- отношение внутренней связанности к мощности:

$$\tilde{n}_{\ddot{a}\ddot{a} \ddot{o} \ddot{o} \ddot{\delta}} = \frac{\tilde{n}_{\ddot{a}\ddot{a} \ddot{o} \ddot{o} \ddot{\delta}}}{\ddot{i}}.$$

Реализация инвестиционно-строительного проекта представляет собой комплекс взаимоувязываемых мероприятий, поэтому наиболее важным для каждой подсистемы является показатель относительной внутренней связанности (плотности подсистемы)  $^{\circ}c_{отн}$ , который говорит о степени ее целостности и проработанности. Каждая подсистема является элементом системы, и для ее оценки предлагаются следующие показатели:

- число связей с каждой из остальных подсистем;
- общее число связей с остальными подсистемами;
- плотность связи с каждой из остальных подсистем.

В результате оценки получаем схему взаимодействия подсистем, позволяющую количественно оценить связь между двумя подсистемами. Отношение числа подсистем  $p$  к числу связей между ними является характеристикой декомпозиции – плотностью. При варьировании  $p$  определяется то значение числа подсистем, при котором плотность декомпозиции максимальна.

На опыте реализации инвестиционно-строительных проектов переустройства жилых кварталов в Киеве, разработана схема декомпозиции данной системы. Построение графа взаимосвязей структурных элементов реализации такого инвестиционно-строительного проекта представлено на рис. 1.62.

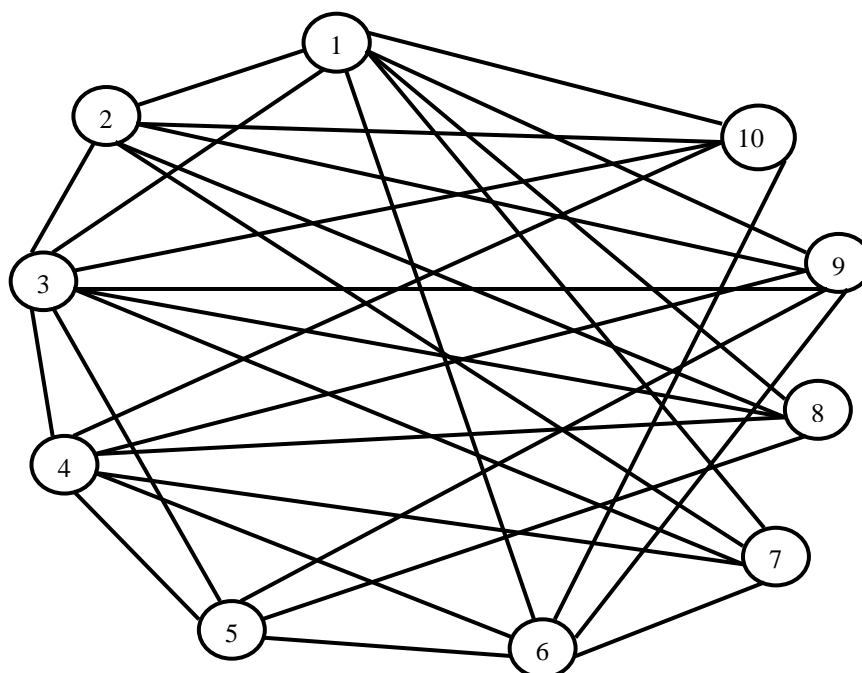


Рис.1.62 – Граф взаимосвязей структурных элементов реализации инвестиционно-строительных проектов переустройства ЖК

Проведенный логико-смысловой анализ показал значительные возможности данного метода исследований в решении трудноформализуемых задач. Практические результаты применения логико-смыслового анализа подтверждает эффективность его использования.

Структурные элементы:

- фонд инвестиционных средств;
- структура инвестиций;
- инфраструктура рынка;
- строительство;
- информационно-аналитическое обеспечение;
- научные исследования и технологические разработки;
- условия хозяйственно-экономической деятельности;
- управление инвестиционным процессом;
- система регулирующих функций администрации;
- финансово-кредитная система.

## **1.8. Организационно-технологический генезис завершающих стадий жизненного цикла объекта строительства**

### ***1.8.1. Ликвидация как составляющая полного жизненного цикла строительных объектов***

Темпы научно-технического прогресса явно опережают горизонты человеческого прогнозирования и ставят одну за другой проблемы ликвидационного цикла, о котором до последнего времени мы имели возможность серьезно не задумываться. Потребность в ликвидации возникает при исчерпании объектом строительства своего адаптационного ресурса. В условиях ускорения морального и физического износа основных фондов задачи демонтажа, разборки, утилизации конструкций, рекультивации освобождаемой земли, как и технологичность ликвидации объекта строительства в целом, становятся все более значимыми.

Ликвидация любых объектов строительства требует материальных затрат и инженерно-технологических проработок, а ликвидация сложных строительных сооружений (например, атомных электростанций, горнообогачительных комбинатов, плотин, высотных домов и многих других) потребует как значительных затрат, так и специальных организационно-технологических проектов. Закономерное устаревание объекта строительства и задачи его неизбежной ликвидации обычно упускаются из виду в процессе проектирования. Практика показывает, что не предусмотренная в проектах ликвидация даже таких простых сооружений как пятиэтажные панельные дома составляет сложную инженерно-экономическую задачу. На очереди – проблемы с выработавшими свой ресурс АЭС. При решении организационно-технологических задач подобного уровня вполне реальна ситуация, когда затраты на реконструкцию или ликвидацию устаревших объектов окажутся выше полученных эффектов от эксплуатации.

Технико-экономические обоснования в строительстве, как правило, не включают в себя ликвидационные затраты, что стало обязательным для многих других видов продукции в соответствии с международными стандартами качества и управления окружающей средой. В строительстве анализу подвергаются только затраты на проектирование и строительство и эффекты эксплуатации ( $S_1$  и  $S_2$ ), а экономические эффекты определяются для заказчика и подрядчика по показателям первых лет эксплуатации объекта. Принято считать проект жизнеспособным, если  $S_1 < S_2$  (рис. 1.63).

Жизненный цикл любого объекта строительства является не только неполным без включения в него стадии ликвидации, но и неприемлемым для организационно-технологического и организационно-экономического планирования, так как дает неполные или искаженные исходные данные для расчетов.

Существующий подход к технико-экономическим обоснованиям отражает только промежуточные стадии ЖЦ ОС (строительство, эксплуатация) и экономические эффекты для ограниченного круга лиц (заказчик, подрядчик), что нарушает объективно важные и глобальные причинно-следственные связи «антропогенная деятельность – народно-хозяйственный эффект».

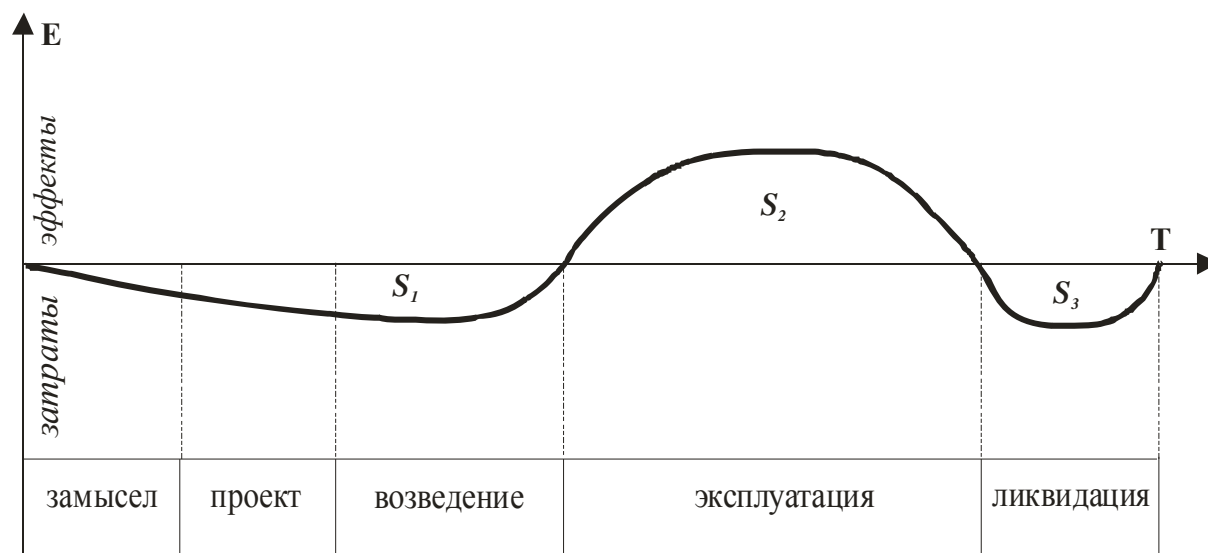


Рис. 1.63 – Распределение эффектов и затрат полного жизненного цикла объекта строительства

Ограниченность такого подхода приводит к решениям, несовершенным с экосистемной точки зрения. Почти сто лет экстенсивного строительства и развития за счет невозобновляемых ресурсов отразились потерей природно-ресурсного потенциала и истощением окружающей среды. Накопление огромного количества отходов, дальнейшая переработка которых экономически неэффективна и часто связана с техническими трудностями, создает дополнительную техногенную нагрузку на окружающую среду. К настоящему времени экосфера в зонах промышленной и плотной городской застройки частично подверглась таким техногенным воздействиям, что по некоторым параметрам перестала отвечать требованиям жизни. Генезис многих длительно эксплуатируемых зданий и сооружений, зон промышленной застройки показывает, что при современных масштабах воздействия строительства на окружающую среду, мы удовлетворяем свои инвестиционно-строительные потребности, в конечном итоге, за счет ухудшения качества жизни будущих поколений.

Сегодня уже очевидно, что природные объекты и ресурсы, вовлекаемые в хозяйственный оборот для получения добавленной стоимости, являются еще и элементами системы жизнеобеспечения. Затраты на ликвидацию по содержанию должны отражать ценность

(стоимость) ресурсов, потребляемых инвестиционно-строительным проектом, как элементов экосистемы, выполняющих функции природного равновесия и жизнеобеспечения экосистемы:

$$S_3 = S_{\text{гггг}} + S_{\text{гггг}} + S_{\text{гггг}} + S_{\text{гггг}}. \quad (1.212)$$

Другими словами,  $S_3$  – это цена, по которой потребители строительной продукции должны покупать ресурсы у сообщества, занимающего данную систему жизнеобеспечения.

Анализ этапа ликвидации в полном жизненном цикле объекта строительства важен, в том числе, и для стабилизации негативных экологических последствий в будущем. С экосистемных позиций территория застройки является не столько объектом недвижимости, сколько общим пространством жизнедеятельности. В этом контексте либо цели и интересы участников ЖЦ ОС развиваются в направлении интеграции менталитетов на основе экосистемного мышления, либо реализация групповых эгоистических интересов приведет к дальнейшему экстенсивному строительству, дезорганизующему системы жизнеобеспечения общества. Общество вынуждено прогнозировать последствия собственной деятельности, оценивать вероятные реакции природных систем, корректируя цели, направления и масштабы инвестиций в строительство.

Включение затрат на ликвидационный цикл обязательной составляющей затратной части инвестиционно-строительных проектов соответствует принципу сравнения «с проектом» и «без проекта» при оценке эффективности инвестиций. Это требование корреспондируется также с основополагающим принципом государственной политики в сфере обеспечения безопасности, который гласит: никакая практическая деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ущерба. Соответственно выводы о жизнеспособности проекта и его праве на реализацию могут быть сделаны только при условии, что эффект от эксплуатации сооружения превысит затраты на проектирование, возведение, ликвидацию, т.е. в формальном выражении через площади эпюры эффектов:  $S_2 > S_1 + S_3$ .

Таким образом, в современных условиях необходимо организационно-технологическое планирование полного жизненного цикла объекта строительства, в котором с позиций социально важных причинно-следственных связей «хозяйственная деятельность – экосистемный эффект» анализируются ликвидационные затраты с включением их в расчет эффективности проекта.

### **1.8.2. Концепция                      автотрофного                      организационно-технологического цикла ликвидации объектов строительства**

Проведенный анализ показал, что отсутствие системных научно-практических исследований в области ликвидации ОС и необходимость поиска и разработки методологических подходов к решению проблем, связанных с реализацией завершающих стадий жизненного цикла зданий и сооружений. С позиций практического решения задач ликвидации ОС выделим три концепции проектирования:

- незамкнутый ЖЦ ОС – традиционный подход (рис. 1.64);
- полный ЖЦ ОС – прогрессивный подход, который может быть реализован на базе существующих разработок и инновационных технологий (рис. 1.65);
- автотрофный (экологически замкнутый) ЖЦ ОС – перспективный подход, реализация которого требует дальнейших научных исследований и разработок (рис. 1.66).

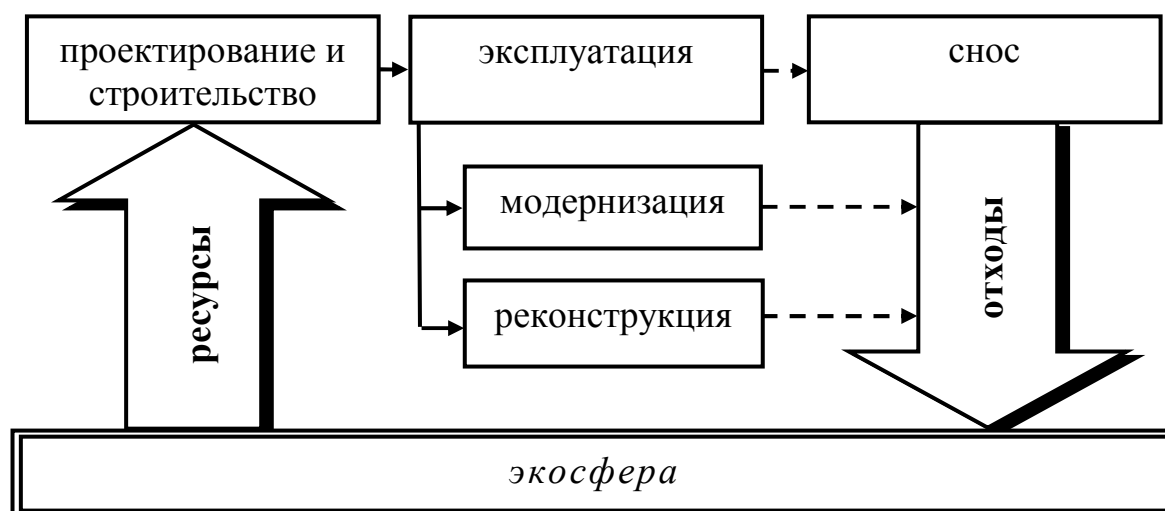


Рис. 1.64 – Незамкнутый жизненный цикл объекта строительства

В незамкнутом ЖЦ ОС отсутствует *генезис* – *организационно-технологическая преемственность* неизбежной стадии ликвидации и предшествующих этапов. Проектировщики не ориентированы на необходимость анализа ликвидации ОС, поэтому соответствующие организационно-технологические работы проектируются исходя из сложившейся ситуации и приемлемых технологий. Технологии демонтажа и сноса практически не изменились за последние десятилетия, основными техническими средствами являются бульдозер и ручной труд. Для крупных монолитных железобетонных сооружений наиболее распространенным методом демонтажа остаются взрывные работы, далекие от технологического совершенства и опасные для окружающей среды. Снесенное строение практически полностью превращается в так называемые «отходы производства» и в таком виде возвращается в природу. Разработки в области утилизации побочных продуктов или



отходов требуют дополнительного времени и средств и крайне редко реализуются на практике. Как следствие, происходит глобальное энтропийное воздействие строительной деятельности на экосферу: строительные материалы после сноса сооружений возвращаются в природу не в том виде и не в те места, где были из нее изъяты. Образование отвалов, полигонов, захоронений ведет к исключению из экосферы новых земель под застройку, потере почв, загрязнению атмосферы, воды и т. д. Традиционный незамкнутый строительный цикл как основная составляющая хозяйственной деятельности в целом – физически незамкнут, поскольку использованные ресурсы не возвращаются в места изъятия и воздействуют на все элементы природных систем через:

- изъятие земель из биосистемы;
- изменение состава природной среды, круговорота и баланса веществ за счет изъятия и перемещения ресурсов, размещения «отходов» производства в отвалах, на полигонах, в атмосфере и гидросфере;
- изменение структуры земной поверхности за счет планировочных изменений ландшафта, образования карьеров, вырубки лесов, создания искусственных водотоков и водоемов и т. п.;
- изменение энергетического и теплового баланса застраиваемых территорий.

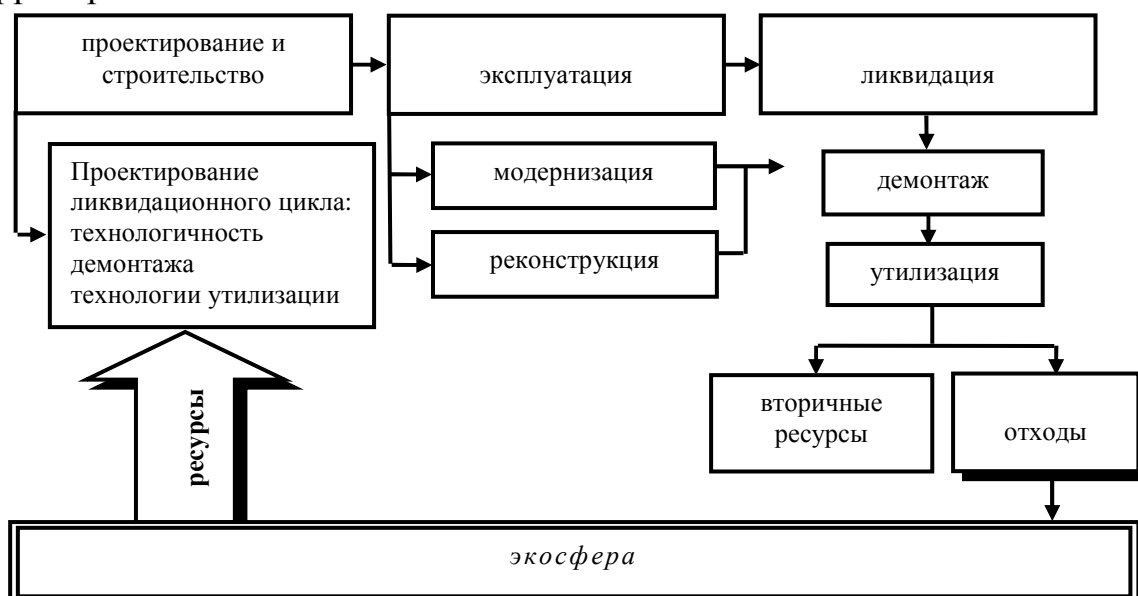


Рис. 1.65 – Полный жизненный цикл объекта строительства

С позиций организационно-технологического генезиса предполагаются завершение полного ЖЦ ОС ликвидацией и подготовка этого этапа еще на стадии проектирования с дальнейшей корректировкой на протяжении всего жизненного цикла. Подготовка ликвидации включает в себя:

- прогнозирование и оценку возможных негативных последствий проекта строительства для окружающей среды;
- выявление работ, процессов, решений (производство материалов,

транспортировка, монтаж, эксплуатация, ликвидация), которые могут нанести ущерб окружающей среде;

– совершенствование, рационализацию и разработку новых технологических, инженерных, проектно-конструкторских и организационных решений и процессов с целью минимизации ущерба окружающей среде и безопасности человека.

Проектирование полного ЖЦ ОС – более дальновидный и прогрессивный подход по сравнению с ТЭО незамкнутого цикла, позволяющий на основе существующих технологий и методов оптимизировать ЖЦ ОС. Однако и этот подход к развитию не решает проблем экстенсивного строительства, связанного с отчуждением новых земель, потерей почв, вырубкой лесов и т. д. Очевидное противоречие заключается в том, что, с одной стороны, экспоненциальный и экстенсивный рост строительства считается движущей силой экономики, с другой стороны – такое развитие объективно направлено к физическим пределам экосферы. И если природные системы могут стабильно существовать за счет только приходящей солнечной энергии, то для обеспечения антропогенных систем требуются энергетические и материальные дотации извне: сырьевые ресурсы и энергоносители. Получение этих дотаций в экспоненциально растущих масштабах из природных систем ведет к их глобальному разрушению.

В этой связи глобальной задачей самого ближайшего будущего становится переход строительной отрасли к *автотрофному производству и замкнутой системе организационно-технологических циклов*, при которой циклы строительства в целом и ресурсные циклы в частности в максимально достижимой степени уподобляются природным круговоротам вещества в экосфере (рис.1.66).

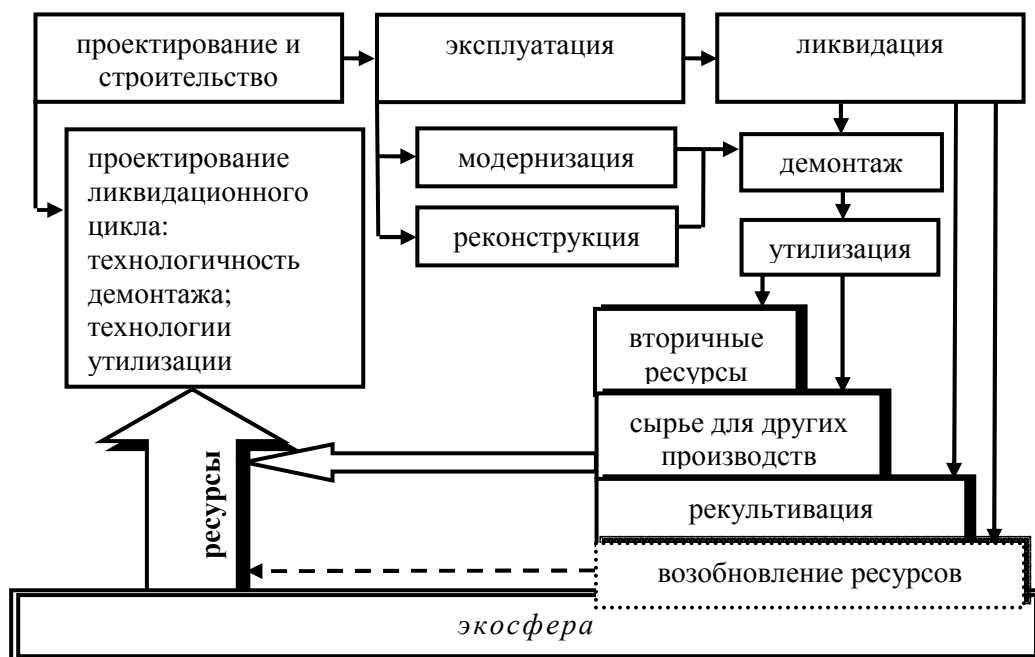


Рис. 1.66 – Автотрофный (экологически замкнутый) жизненный цикл объекта строительства

Развитие идеи автотрофности (от греч. *аутос* – сам, *трофе* – питаюсь) от биологических к социальным системам связано с именем В.И. Вернадского. Он считал, что общество в целом способно перейти к автотрофному способу производственной деятельности, означающему относительную независимость от продуктов, создаваемых биосферой. Понятие автотрофности находится пока в состоянии активного осмысления проблем реализации экологически замкнутой системы производства, при которой использованные продукты в максимально возможной степени окажутся сырьем для других производств.

Подход к проектированию автотрофных (экологически замкнутых) организационно-технологических циклов ликвидации объектов строительства состоит в уподоблении организационно-технологических циклов строительства природным циклам. Анализ работ в области экологии строительства и охраны окружающей среды позволяет выделить основные направления проектирования ликвидационного цикла ОС:

- обоснование в проекте технологичности демонтажа конструкций;
- применение в строительных проектах только возвратных и возобновимых материалов;
- разработку организационно-технологических аспектов утилизации материалов (вторичное использование материалов, их возврат в природу в первоначальном виде);
- анализ и оценка возобновления использованных ресурсов (каким способом, чьими силами и за чей счет будет осуществляться возобновление);
- дополнение ТЭО оценкой связанных со строительством допустимых пределов структурных, физических и химических изменений экосистемы и их мониторингом;
- оценка затрат на рекультивацию земель, нарушенных и техногенно загрязненных строительством.

Анализ исследований в области *утилизации* демонтированных строений позволяет выделить следующие направления:

- проектирование всех элементов ОС одинаковой долговечности;
- отказ от использования в проекте композитных материалов, если отсутствует приемлемая технология их декомпозиции (например, безвозвратные потери металла, «захороненного» внутри снесенных железобетонных конструкций);
- снижение ресурсоемкости проектных решений;
- разработка ОТЦ применения вторичных ресурсов в строительстве и других производственных циклах;
- разработка циклов реутилизации вторичного сырья – рециклинг (переработка мусора, получение полезной энергии по всему циклу, производство очистного оборудования и «экологизированной» техники).

В сфере *возобновления* строительных ресурсов усилия должны быть направлены на то, чтобы сделать ресурсный цикл замкнутым, т. е. с одной

стороны, совершенствуются процессы, связанные с извлечением и переработкой необходимых ресурсов, а с другой – разрабатываются методы возвращения их в трансформированном виде в производство для повторного и неоднократного использования. Подходы к разработке технологий возобновления ресурсов должны основываться на следующих условиях:

- предельная интенсивность поступления «отходов» в природную среду не должна превышать темпов их переработки и обезвреживания в природных экосистемах;

- объемы потребления для возобновляемых ресурсов не должны превышать возможности их самовосстановления;

- темпы потребления для не возобновляемых ресурсов не должны превышать темпов их замены возобновляемыми ресурсами. Это означает, что потребители строительной продукции должны вкладывать пропорциональную часть средств в исследования и разработку новых технологий, использующих возобновляемые ресурсы. Например, от потребления ископаемых энергоносителей – в разработку возобновляемых источников энергии.

Методы *рекультивации* также требуют анализа на стадии проектирования ОС. В условиях масштабного строительства на больших территориях могут быть полностью ликвидированы сельскохозяйственные земли, нарушены почвы, сведены лесные экосистемы. Рекультивация включает в себя мероприятия по восстановлению структуры и хозяйственной ценности земельного участка, компенсирующие последствия его техногенного загрязнения строительством. В основе отработки технологичности рекультивации участка может лежать анализ следующих комплексов работ (ОТЦ):

- технологии замены, очистки, консервации загрязненного грунта;
- технологии химической, биологической очистки и санации грунта;
- природоохранное строительство (специализированные технологии строительства на техногенно-загрязненных территориях; создание полигонов захоронений отходов; технологии предохранения территорий, окружающих полигоны).

Экономическое сопоставление эффектов и затрат перехода к замкнутому ЖЦ может оказаться не в пользу автотрофного подхода, включающего весьма затратные мероприятия. Экономические требования рентабельности проекта не связаны с вложениями в охрану природы, от которой быстрой отдачи нет. Однако здесь необходимо понимать, что, сохраняя сферу жизнедеятельности, автотрофный подход позволяет достичь стратегических социально-экологических эффектов, которые не всегда возможно определить в денежном выражении. Проектирование замкнутого ЖЦ ОС обеспечивает как инженерную защиту окружающей среды и экологически корректное пользование природными системами, так и интенсификацию использования уже построенного, т. е. существующих основных фондов. Совершенствование и развитие в этом направлении, в

отличие от существующего экстенсивного строительства, объемы которого и связанное с этим загрязнение окружающей среды возрастают экспоненциально, позволят вывести капитальное строительство на новый уровень экологически безопасной отрасли.

В области экологически замкнутого ЖЦ ОС необходимы дальнейшие научно-практические разработки, основанные на фундаментальных знаниях о природе и направленные не только на совершенствование процессов извлечения и использования необходимых ресурсов, но и на возвращение их либо в производство для повторного и неоднократного использования, либо в природу в первоначальном виде. Цель, к которой есть смысл стремиться, состоит в разработке ресурсно- и энергетически замкнутого ликвидационного цикла ОС с полной утилизацией использованных материалов и сырья в последующих строительных и технологических циклах.

Таким образом, разработанная концепция перехода строительной отрасли на автотрофные (экологически замкнутые) организационно-технологические циклы предполагает исследование возможностей и методов уподобления организационно-технологических циклов строительства, в том числе и ресурсных циклов, природным круговоротам вещества в экосфере. Современные высокие технологии позволяют разработать экологически замкнутый ликвидационный цикл ОС, при котором использованные материалы и сырье будут утилизироваться в последующих строительных и производственных циклах. Организационно-технологический генезис предлагает методологию решения этой задачи, на базе которой сформированы принципы включения ликвидационного цикла в общий ЖЦ ОС.

### ***1.8.3. Моделирование ликвидационной технологичности***

Концепция проектирования экологически замкнутого ликвидационного цикла ОС закономерно ставит комплекс практических задач ликвидационной технологичности. Под *ликвидационной технологичностью* будем понимать совокупность технико-экономических свойств проектных решений, характеризующих соответствие объектов строительства требованиям производства строительных работ по их демонтажу, разборке, утилизации и др., связанных с ликвидацией после морального или физического старения, то есть с завершением жизненного цикла существования объекта.

Организационно-технологические, социально-экономические и экологические проблемы ликвидационного цикла жизни объектов в нашей стране накапливались десятилетиями и по своей значимости становятся крайне затратными в современном инвестиционно-строительном комплексе, что обуславливается общим старением основных фондов, переходом на новые высокие технологии, дефицитом свободных земель, требованиями экологии и т. д. Ликвидационный цикл сложных, техногенных, экологически опасных, социально важных, территориально

значимых и других подобных объектов может стать настолько затратным, что потребует значительных и даже неподъемных для страны ресурсов. В этой связи строительное производство столкнулось с необходимостью решать новые задачи, организовывать новые строительные процессы, создавать новые методы их механизации, находить дополнительные средства, создавать новые строительные технологии и т. д.

Анализ наработок и практического опыта в сфере ОТЦ ликвидации ОС показывает, что подходы к проблеме ликвидационной технологичности ОС разрознены, научное обоснование методов оценки и количественных критериев, возможностей информационных и компьютерных технологий находится в стадии изучения. Требуются интеграция и осмысление опыта организационно-технологических решений в строительстве, соответствующих концепции экологически замкнутой ликвидации ОС. Решение назревших проблем возможно на основе моделирования и оценки ликвидационной технологичности проектируемых объектов и комплексов с использованием современных информационных технологий. Свертка показателей технологичности для выбора варианта решения может быть произведена одним из многих известных методов.

Проведенный анализ организационно-технологических проблем ликвидации строительных объектов в нашей стране и за рубежом (гостиниц, кварталов жилых зданий и др.) позволил разработать в качестве примера открытую систему показателей ликвидационной технологичности. Она может расширяться, видоизменяться, дополняться в зависимости от специфики конкретных строительных объектов, проектирование которых должно включать в себя обязательную отработку и оценку ликвидационной технологичности.

Наиболее простой и удобный метод – представить все показатели технологичности в стоимостной форме. Однако разновременность затрат, разнovidность источников финансирования, сложности оценки финансовых рисков и дисконтирования затрат делают стоимостной метод недостаточно достоверным, особенно при оценке дальней перспективы. Такие же претензии можно высказать и в адрес оценки всех показателей в энергозатратной форме. Вероятно, наиболее приемлемым является предлагаемый подход, при котором каждый показатель в числителе и знаменателе своего аналитического выражения имеет одноразмерные данные и выражается относительным коэффициентом. Аналитические выражения всех показателей ликвидационной технологичности  $(X_1, X_2, \dots, X_{10})$  построены так, что знаменатель каждого из них  $(Y_1, Y_2, \dots, Y_{10})$  показывает для всего объекта общую величину исходного показателя в натуральном измерении (грн., кг, м, т, и т. д.), а числитель  $(Y_{x_1}, Y_{x_2}, \dots, Y_{x_{10}})$  – ту часть этой общей величины, которая может реализоваться с соответствующей характеристикой технологичности (разборность, транспортабельность, рекультивация). При таком

построении аналитических выражений (формул) все показатели будут иметь относительную величину от нуля до единицы.

В систему оценки ликвидационной технологичности предлагается включить следующие показатели:

– *разборность* ( $X_1$ ) – возможность разобрать объект на элементы и отдельные транспортабельные конструктивы без их разрушения взрывами, вибрацией и др. деструктивными методами:

$$X_1 = \frac{Y_{X_1}}{Y_1}; \quad (1.213)$$

– *транспортабельность* ( $X_2$ ) – возможность транспортирования разобранных элементов и конструктивов не в отвалы и свалки, а для последующего использования на других объектах:

$$X_2 = \frac{Y_{X_2}}{Y_2}; \quad (1.214)$$

– *автотрофность* ( $X_3$ ) – экологическая замкнутость (по Вернадскому), при которой строительные конструкции и материалы после физического или морального старения должны, по аналогии с живыми системами, применяться для других строительных и производственных процессов:

$$X_3 = \frac{Y_{X_3}}{Y_3}; \quad (1.215)$$

– *экологичность* ( $X_4$ ) – безопасность для человека и природы элементов, конструктивов или строительного мусора ликвидируемых объектов:

$$X_4 = \frac{Y_{X_4}}{Y_4}; \quad (1.216)$$

– *утилизация* ( $X_5$ ) – возможность переработки разобранных элементов, конструктивов и строительного мусора для последующего практического использования:

$$X_5 = \frac{Y_{X_5}}{Y_5}; \quad (1.217)$$

– *энергосбережение* ( $X_6$ ) – энергосбережение на разборке, переработке, утилизации элементов, конструктивов, мусора, а также рекультивации освобождаемой земли:

$$X_6 = \frac{Y_{X_6}}{Y_6}; \quad (1.218)$$

– *трансформация* ( $X_7$ ) – возможность частично ликвидируемого объекта сохранить отдельные элементы и конструктивы (фундаменты, стены и др.) для нового объекта с другим функциональным назначением:

$$X_7 = \frac{Y_{x_7}}{Y_7}; \quad (1.219)$$

– *рекомпозиция* ( $X_8$ ) – возможность частично ликвидируемого объекта сохранить отдельные элементы и конструктивы для нового объекта с прежним функциональным назначением:

$$X_8 = \frac{Y_{x_8}}{Y_8}; \quad (1.220)$$

– *локализация* ( $X_9$ ) – возможность проводить ликвидацию всего объекта или его части локально без нарушения функционирования близлежащих объектов и инфраструктуры:

$$X_9 = \frac{Y_{x_9}}{Y_9}; \quad (1.221)$$

– *рекультивация* ( $X_{10}$ ) – возможность после полной ликвидации объекта восстановления земельного участка и растительности в первоизданном виде:

$$X_{10} = \frac{Y_{x_{10}}}{Y_{10}}. \quad (1.222)$$

Исходными данными для расчета перечисленных показателей ликвидационной технологичности являются технические задания, ТЭО, проекты, прогнозы, нормативные документы и другие источники количественной и качественной информации, накапливающейся в различных банках данных и банках знаний.

Показатели могут суммироваться и давать общую величину ликвидационной технологичности для каждого сравниваемого варианта:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}. \quad (1.223)$$

Показатели технологичности могут вступать в противоречие с показателями экономичности, так как для достижения высокой технологичности могут потребоваться дополнительные экономические затраты. Поэтому необходимы поиски консенсуса, что неоднократно отмечалось в научной литературе по исследованию технологичности. Большой временной лаг, который необходимо учитывать при оценке ликвидационной технологичности, делает приемлемым разделение показателей оценки на экономические и технологические для проведения экономико-технологического анализа проекта. В соответствии с этим подходом рассчитываются производные показатели экономичности и технологичности, отбираются неудовлетворительные показатели и определяются с учетом их взаимозависимости возможные резервы улучшения проекта.

Математическое моделирование взаимосвязей факторов ликвидационной технологичности ОС может базироваться на методе планирования эксперимента или факторном анализе, который дает



возможность выбирать оптимальную стратегию при неполном знании предмета исследования (рис. 1.67).

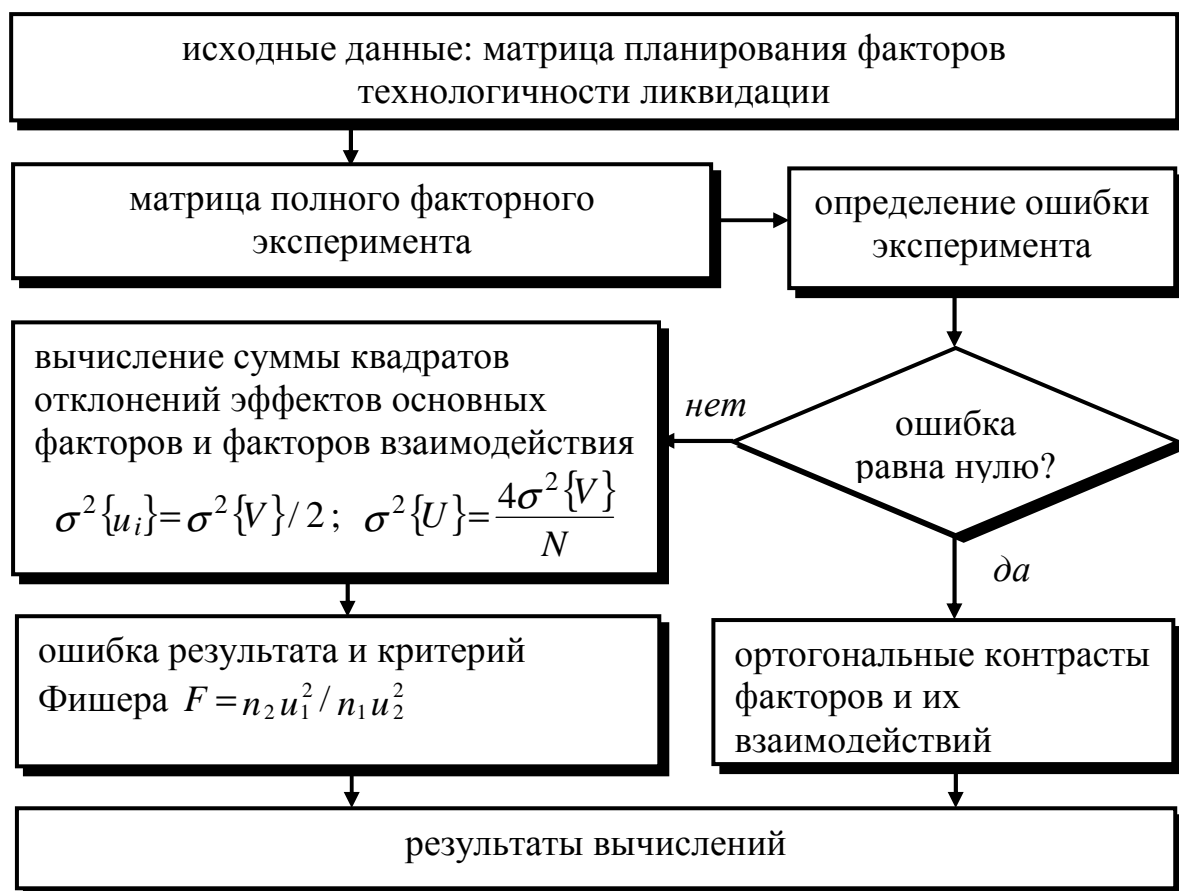


Рис. 1.67 – Схема факторного анализа ликвидационной технологичности (метод планирования эксперимента)

Задача факторного анализа сводится к получению некоторого представления о функции отклика:

$$V = f(u_1, u_2, \dots, u_n), \quad (1.224)$$

где  $V$  – исследуемый параметр процесса, подлежащий оптимизации;  $u_i$  – независимые факторы, которые варьируются при постановке экспериментов;  $N$  – количество экспериментов. При неполном знании функции отклика, ее аналитическое выражение представляется как полином некоторой степени. Оценка вклада, вносимого отдельным фактором в суммарную дисперсию,

$$\sigma^2\{u_i\} = \sigma^2\{V\} / 2, \quad (1.225)$$

базируется на априорных сведениях об изучаемом процессе. Далее выбирается некоторая стратегия поэтапного управления экспериментом и после каждого этапа получается новая информация, позволяющая изменить стратегию исследования. В факторном анализе опыты ставятся при одновременном варьировании всех переменных. Соответственно коэффициент регрессии определяется по результатам всех  $N$  наблюдений,

а дисперсия в оценке коэффициентов регрессии оказывается в  $N$  раз меньше дисперсии или ошибки опыта. Основные эффекты факторов и эффекты их взаимодействия определяют по формулам:

$$U = \frac{2 \sum_{i=1}^N u_i V_i}{N}; \quad (1.226)$$

$$\sigma^2 \{U\} = \frac{4\sigma^2 \{V\}}{N}. \quad (1.227)$$

Программа вычислений факторного эксперимента основана на матрице планирования для любого количества факторов, с помощью которой определяются значения основных эффектов, эффектов взаимодействия с дисперсией и дисперсионным отношением для проверки существенности влияния факторов.

Предлагаемый метод оценки и обоснования ликвидационной технологичности позволяет:

- оценивать и прогнозировать ликвидационную технологичность в процессе проектирования;
- интегрировать в разрабатываемом варианте проекта наиболее технологичные и экономичные решения, которые могут быть рассредоточены по разным вариантам;
- разрабатывать специфические отраслевые направления и методы совершенствования ликвидационной технологичности;
- учитывать направленность технического прогресса по отдельным технологическим решениям, предвидеть будущие технические возможности, продолжительность жизненного цикла объекта;
- повысить организационно-технологическую и организационно-экономическую надежность проектных решений;
- сделать технико-экономическую оценку проектов более адекватной реальному ЖЦ и снизить тем самым технические и экономические риски.

Таким образом, организационно-технологические циклы ликвидации объекта возможно прогнозировать на стадии его проектирования. Предложенный подход к формированию системы показателей ликвидационной технологичности позволяет предусматривать в проекте технологии соответствующие задачам реконструкции и ликвидации, срокам морального и физического старения подсистем ОС.

Для исследования взаимосвязей факторов ликвидационной технологичности могут быть использованы предложенные методы планирования эксперимента. Факторный анализ позволяет по априорным (а не реальным статистическим) сведениям об объекте строительства выбирать некоторую стратегию поэтапного управления экспериментом, после каждого этапа получать новую информацию (обратную связь), на основе чего, по аналогии с функциональными биологическими системами, находить предпочтительную стратегию.

## **РАЗДЕЛ 2**

### **СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ И ЕГО ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА**

#### **2.1. Строительное предприятие как система**

Строительный комплекс, являясь органической и важнейшей частью народнохозяйственного комплекса страны, играет большую роль в обеспечении жизнедеятельности общества, непосредственно воздействуя на темпы и эффективность его социального и экономического развития.

В общем виде строительный комплекс представляет собой функциональную систему материального производства, в которой капитальные вложения преобразуются в основные фонды в виде готовых к эксплуатации строительных объектов. Однако, определение строительного комплекса как «функциональной системы» в значительной степени является условным в силу присущей ему внутренней структуры неупорядоченности.

Структурная неупорядоченность строительной отрасли проявляется прежде всего в том, что значительная часть ее подразделений в процессе деятельности ориентирована на промежуточный результат (подразделения автотранспорта, механизмов и машин, заводы стройиндустрии, специализированные строительные подразделения и т. д.), а это снижает направленность всей «функциональной системы» на достижение главной цели – ввод в эксплуатацию «под ключ» строительных объектов в срок и с высоким качеством.

В такой организационной структуре ее подразделения заинтересованы в том, чтобы «строилось» (а не «было построено») как можно больше объектов, а это способствует открытию новых строек и росту незавершенного строительства.

В составе крупных территориальных строительных и монтажных организаций (концернов, корпораций, ассоциаций, территориальных строительных объединений (ТСО), комбинатов и т. д.) существуют ведомственные подразделения механизации и транспорта. Кроме этого, в строительной отрасли для осуществления перевозок грузов и монтажа конструкций используют специальные подразделения автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта соответствующих министерств.

В осуществлении капитального строительства принимает участие большое число организаций, служб предприятий и ведомств-заказчиков.

Данные о сложившейся организационной структуре капитального строительства свидетельствуют о том, что она представляет собой множество разнородных по функциям, территориально и ведомственно расчлененных компонентов. Их объединение в систему единством цели – созданием готовой строительной продукции, – является чисто традиционным. Это подтверждается хронически низкой эффективностью

деятельности отрасли и ее подразделений, плохим качеством готовой продукции, долгостроем и т. д. По данным исследований Киевского национального университета строительства и архитектуры, существующая организационная структура способна обеспечить на уровне генподрядного СМУ (треста) управляемость технологическим процессом возведения несложного строительного объекта в объеме меньше 10%.

Попытки устранения этого организационного недостатка строительной системы предпринимаются на строительных объектах путем включения в управление процессом возведения объектов большого количества управленческого персонала различных иерархических уровней. Это основная причина существования в строительстве (как во всем народном хозяйстве) огромной армии административно-управленческого аппарата. Борьба за его сокращение является борьбой не с причиной, а со следствием, поэтому, как показывает многолетний практический опыт, является безрезультатной.

Таким образом, остройшей проблемой остается упорядочение организационной структуры строительного комплекса, придание ему свойств целостности и системности.

## **2.2. Взаимодействие участников строительного предприятия**

Из приведенной в предыдущем параграфе организационной структуры строительной отрасли видно, что и в ее составе преобладает министерско-ведомственная группировка производственных подразделений. Это приводит к необходимости руководства строительством из многих центров управления (по числу министерств, ведомств, других структурных подразделений), что делает систему плохо управляемой (с точки зрения теории систем наилучшим образом можно управлять системой только из одного центра).

В процессе строительства объектов каждый иерархический уровень строительного комплекса решает задачи, которые помимо специфических функций включают вопросы взаимодействия участников производства. На характер отношений участников возведения объекта влияет принятый способ строительства. Он может быть хозяйственным, когда работы выполняются силами и средствами действующих и строящихся предприятий (организаций), или подрядным, когда работы ведутся постоянно действующими строительными организациями по договору подряда с заказчиками. Существует также смешанный способ, когда часть работ выполняют по договору подрядные организации, а часть – строящееся предприятие (организация) собственными силами.

Хозяйственный способ имеет ряд существенных недостатков и является вынужденным в силу неразвитости подрядного способа. К его основным недостаткам необходимо отнести, прежде всего, то, что строительные подразделения (и база) в большинстве случаев создаются для выполнения какого-либо объема работ, после чего ликвидируются,

а это всегда (или почти всегда) убыточно. При хозяйственном способе строительства широко используется рабочая сила низкой квалификации, что значительно ухудшает качество работ и снижает производительность труда. И, наконец, ведение работ хозяйственным способом дисфункционально отражается на деятельности основного производства, снижая его эффективность.

Применение хозяйственного способа строительства (и ремонта) целесообразно только в том случае, когда строительство выполняет постоянную функцию вспомогательного (или обслуживающего) производства по отношению к основной деятельности предприятия. В остальных случаях он является неэффективным и может рассматриваться как вынужденная мера.

Подрядный способ строительства имеет значительные преимущества перед хозяйственным, является более прогрессивным и в настоящее время охватывает более 90% строительных работ. Его преимущества заключаются в том, что постоянно действующие строительные организации имеют условия для формирования стабильных квалифицированных коллективов, создания мощностей и современной материально-технической базы, совершенствования технологии производства, методов труда, повышения качества работ, сокращения сроков строительства и снижения его себестоимости. Работы при подрядном способе ведутся строительными организациями на основе заключенного между заказчиком и подрядчиком договора подряда.

Договор подряда регулируется правилами о подрядных договорах в строительстве, правилами о договорах на выполнение проектных и изыскательских работ и гражданским законодательством. Организация-подрядчик при заключении договора подряда на строительство обязуется своими силами и средствами построить и сдать заказчику предусмотренный договором объект в соответствии с утвержденной проектно-сметной документацией в установленный срок, а заказчик – предоставить подрядчику строительную площадку, передать ему утвержденную проектно-сметную документацию, обеспечить финансирование строительства, принять и оплатить готовый объект строительства.

Заказчик заключает договор подряда с одной общестроительной организацией, которая выступает в качестве генподрядчика. Для выполнения монтажных и специальных работ генподрядчик привлекает в качестве субподрядчиков специализированные подрядные организации, заключая с каждой из них договор.

На монтаж оборудования или отдельные виды специальных работ, а также при смешанном способе строительства заказчик, с согласия генподрядчика, может заключать с соответствующими организациями так называемые прямые договоры.

При существующей организационной структуре строительства из всего объема работ, выполняемых подрядным способом,

около  $\frac{3}{4}$  приходится на подрядные строительные организации, а остальные – на долю подрядных организаций нестроительных министерств и ведомств.

В роли заказчика при подрядном способе строительства могут выступать предприятие, организация или учреждение, которым предоставлено право и на которые возложена обязанность строительства включенного в план (титульный список) объекта. На действующем предприятии для этого создается отдел (управление) капитального строительства (ОКС, УКС), который осуществляет функцию заказчика, а при строительстве нового объекта образуется специальный орган – дирекция строящегося предприятия.

Функцию заказчика в жилищном и культурно-бытовом строительстве города реализуют, в зависимости от объема работ, отделы, управления или главные управления строительства (ОКС, УКС, ГУКС) при соответствующих структурах местной государственной администрации.

Органы, осуществляющие функции заказчика, имеются также в различных кооперативных и общественных организациях. Заказчик осуществляет технический контроль хода строительства, не вмешиваясь в оперативно-хозяйственную деятельность подрядной организации.

### **2.3. Организационные структуры управления строительным предприятием**

Возникновение в начале XX в. концепции научного управления стало переломным этапом, благодаря которому управление стало широко признаваться как самостоятельная область научных исследований. На современном этапе в зарубежной практике внутрикорпоративная организация большинством ученых и практиков рассматривается как один из важнейших факторов *эффективности*.

Совершенствованию организационных структур в капиталистической экономике придавалось и придается огромное значение. Научно-исследовательские работы в этом направлении широко финансируются как государством, так и самими фирмами.

К сожалению, в Советском Союзе развитие теории организации было заморожено на уровне 30-40-х годов и фундаментальные теоретические исследования не проводились. Те принудительно направленные исследования, которые осуществила командно-административная система в рамках самосохранения, принесли больше вреда, чем пользы.

В результате все государства, образовавшиеся после распада СССР, унаследовали самое отсталое управление. Особенно тяжело обстоит дело в той сфере деятельности, которую мы именуем строительным комплексом. В Украине этим проблемам не уделяется должного внимания. Непонимание (или игнорирование) на правительственном уровне важности развития организационной науки будет постоянно сдерживать становление

экономики страны, какие бы меры ни принимались.

Сложившийся разрыв между отечественной теорией и практикой управления и достигнутым уровнем в передовых странах огромен (по нашим оценкам, примерно, в 50 лет). Необходимо возродить организационную науку и, опираясь на мировой опыт, ликвидировать это отставание.

Как уже отмечалось, «структура» любой организации является неким законом этой организации, на основе которого объединяются ее части (элементы) и свойства. Таким образом, организационную структуру понимают как единство (синтез) управляющей и управляемой подсистем любой организации.

Для эффективного функционирования организационной структуры управляющая подсистема формируется по определенным правилам, с использованием соответствующих структур управления. Основные типы структур управления, существующие в настоящее время, – линейная и функциональная.

Линейная структура управления характеризуется простотой и строгой иерархией построения (рис. 2.1). Она позволяет полностью реализовать один из универсальных принципов классической школы управления – принцип единоначалия, согласно которому человек должен получать приказы только от одного начальника и подчиняться только ему одному.

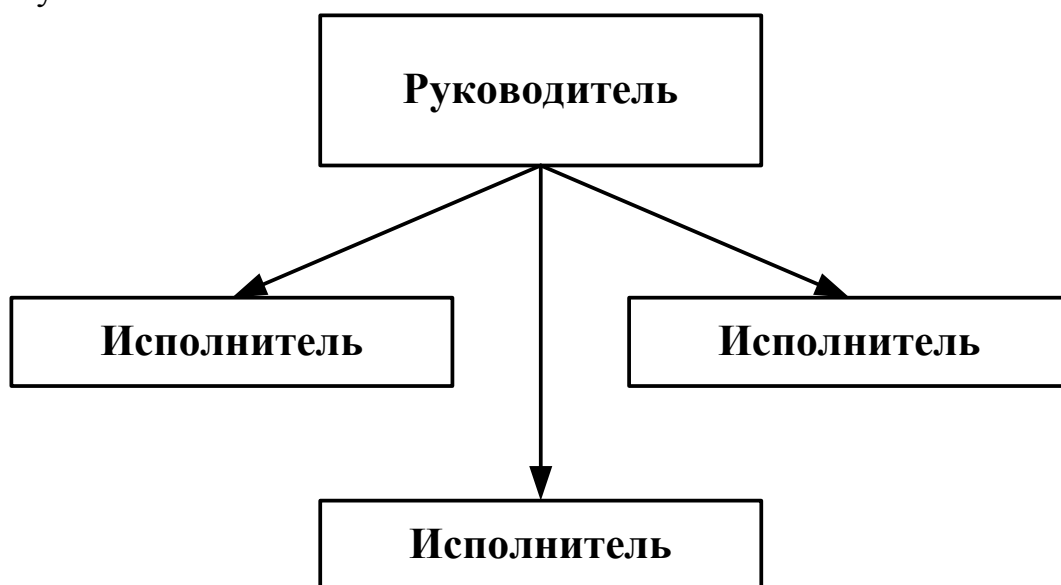


Рис. 2.1 – Линейная структура управления

Недостаток линейной структуры управления состоит в том, что в условиях сложного производства один руководитель не может квалифицированно решать все вопросы, связанные с осуществлением управленческой деятельности. Возникает необходимость разделения управленческих функций и создания функциональной структуры управления, при которой отдельные частные функции выполняют

специализированные подразделения и работники, действующие в пределах своей компетенции.

Функциональная структура позволяет более квалифицированно и эффективно осуществлять управление организацией (рис. 2.2). Выносимые функциональными отделами (*ФО*) решения имеют профессиональный характер, однако несогласованность между отделами иногда приводит к выработке противоречивых указаний, что дает возможность исполнителю либо выбирать выгодное ему решение (а не то, что нужно в интересах всей организации), либо вообще ничего не делать, используя сложившуюся ситуацию неопределенности.

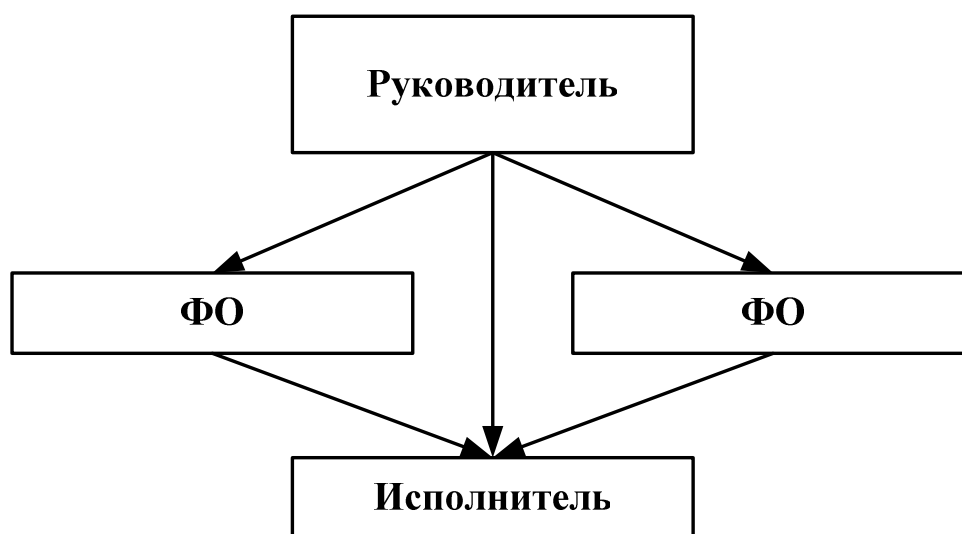


Рис. 2.2 – Функциональная структура управления

Указанный недостаток функциональной структуры устраняет линейно-штабная структура (рис. 2.3), которая предусматривает организацию при линейном руководителе соответствующих функциональных подразделений (штабов). Штабы выполняют работу по подготовке проектов решений, которые вступают в силу только после их утверждения соответствующим руководителем.

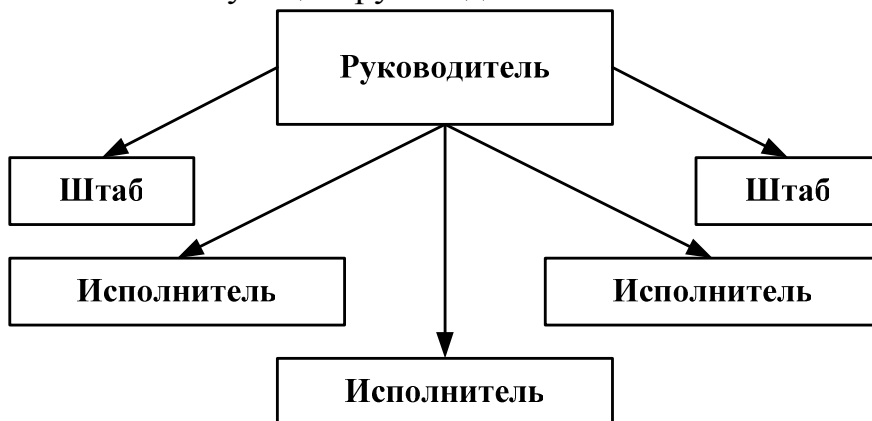


Рис. 2.3 – Линейно-штабная структура управления



Недостаток линейно-штабной структуры заключается в том, что она не позволяет эффективно осуществлять оперативное управление (слишком затягивается процесс выработки и окончательного принятия решения).

В строительной практике до настоящего времени преобладает так называемая линейно-функциональная структура (рис. 2.4).

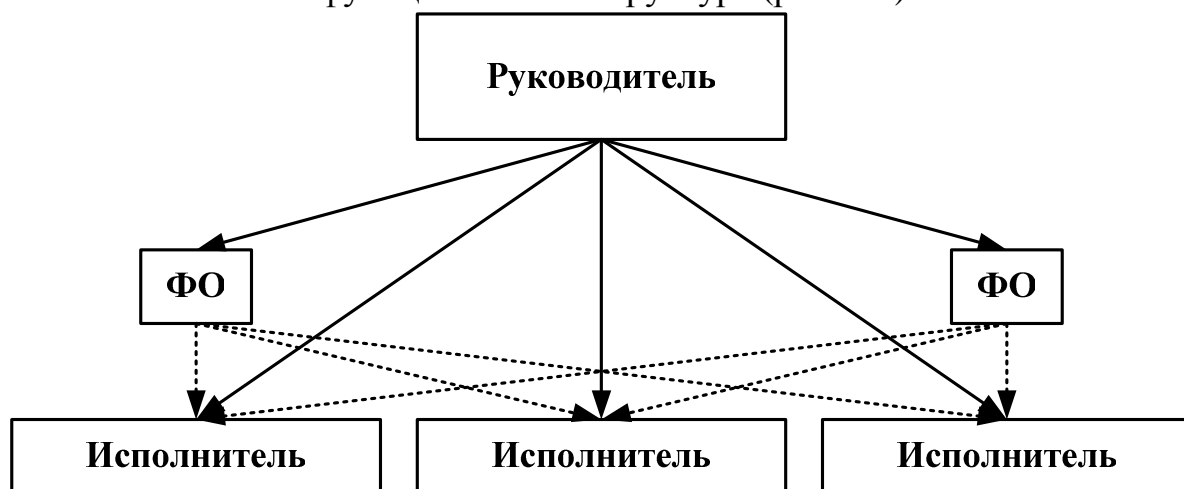


Рис. 2.4 – Линейно-функциональная (комбинированная) структура управления

Ее сущность состоит в том, что функциональным отделам (штабам) при линейном руководстве всех уровней даются определенные права в отношении нижестоящих звеньев. Таким образом, исполнители получают указания как от линейных руководителей, так и по линии функциональных связей. В отличие от функциональной структуры, где решения функциональных отделов являются обязательными, указания, полученные по линии функциональных связей в линейно-функциональной структуре, имеют рекомендательный характер (рекомендации, инструкции, нормы, правила и т. д.).

Рассмотренные структуры не способны обеспечить необходимый уровень управления в крупных организациях, поэтому в практике имеет место целый ряд других типов структур: проектные, дивизиональные, матричные, типа конгломерата и др.

Проектная организация – это временная структура, создаваемая для решения конкретной задачи. В проектной организации руководителю проекта полностью подчинены все члены группы и все выделенные для решения этой задачи ресурсы. Такая структура называется чисто проектной и используется только для решения каких-либо особенно крупномасштабных задач, например для создания космического корабля или строительства крупного объекта. Типичная схема проектной структуры управления приведена на рис. 2.5.

В дивизиональной структуре деление организации на элементы и блоки происходит по видам товаров и услуг, группам покупателей или географическим регионам.

Если в составе фирмы выделяется производство какого-либо продукта или услуги, то сформированная структура будет называться продуктовой. В этой структуре полномочия по руководству производством и сбытом передаются одному руководителю, который является ответственным за данный тип продукции.

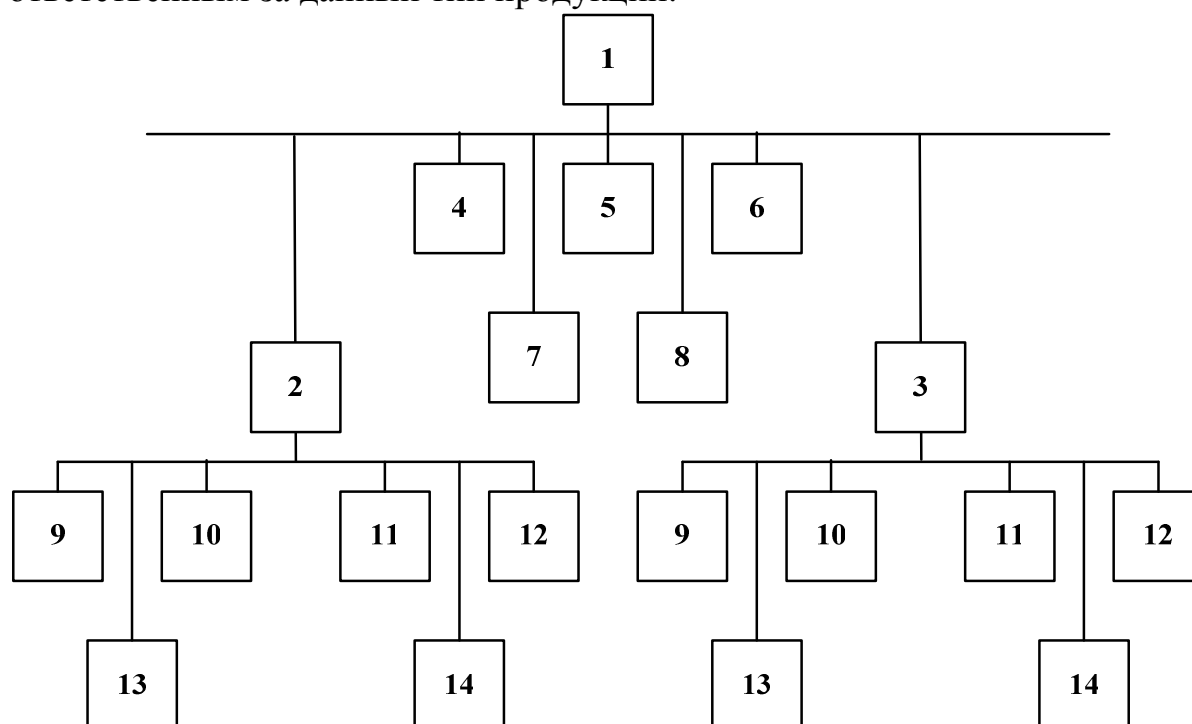


Рис. 2.5 – Типичная схема проектной структуры управления в крупных фирмах аэрокосмической промышленности и строительных фирмах США:

- 1 – генеральный директор; 2 – руководитель проекта «А»;  
 3 – руководитель проекта «Б»; 4 – управление сбыта; 5 – управление кадрами;  
 6 – финансовое управление; 7 – инженерно-конструкторское управление;  
 8 – производственное управление; 9 – административная группа по вопросам  
 контрактов; 10 – группа по кадрам; 11 – финансовая группа;  
 12 – группа по связи с заказчиками; 13 – инженерно-конструкторская группа;  
 14 – производственная группа

В общем виде дивизиональную структуру крупной компании можно выразить следующей формулой: штаб-квартира плюс пользующиеся значительной самостоятельностью отраслевые или «продуктовые» подразделения (дивизионы). Последние обычно функционируют как «центры прибыли» (своего рода внутрифирменный хозрасчет). Расширение полномочий дивизионов, т. е. предприятий или отделений, объединяющих группы предприятий, близких по профилю, достигается посредством делегирования им штаб-квартирой многих управленческих функций. Это позволяет ускорять процесс принятия решений, повышать ответственность и заинтересованность руководства и работников подразделений, концентрировать усилия штаб-квартиры на решении задач стратегического характера.

Дивизиональная структура, расширяя самостоятельность «центров прибыли», обуславливает включение внутри корпораций рыночно-конкурентных механизмов, что является основным средством излечения от так называемой «болезни крупных компаний», симптомы которой – бюрократизация, медленное принятие решений, неприятие новаций, отчуждение интересов рядовых работников от интересов фирмы.

В то же время дивизиональная организационная структура открывает дополнительные возможности для стимулирования труда работников, связанные с повышением статуса уже созданных и образованием новых, самостоятельных подразделений. Так, в строительной компании «Сэйкисуй хаус», где подразделения строятся по территориальному принципу, действуют 7 региональных управлений (эйгебу), которые, в свою очередь, включают в себя 92 отделения, или «центра прибыли» (эйгесе). В каждом отделении – 5-6 предприятий (сюттэн). По достижении определенного объема продаж предприятия получают статус отделения с соответствующим служебным продвижением работников.

Возникшая еще в начале XX в. идея децентрализованного управления (дивизиональная структура) в настоящее время получила широкое распространение во всем мире. Большинство крупных фирм Америки, а с 60-х годов – Европы и Японии, успешно ее используют. Начало применению матричной организации было положено средними по размеру авиакосмическими фирмами Америки в 50-60-е годы прошлого столетия. Некоторые фирмы («Дженерал Электрик», «Шелл Ойл», «Доу Кемикл» и др.), стремясь использовать преимущества и функциональных, и проектных структур, провели эксперимент по наложению проектной структуры на постоянную для данных организаций функциональную структуру. Блок-схема полученной структуры напоминает решетку, отсюда и название «матричная структура» (рис. 2.6).

В матричной организации члены проектной группы подчиняются как руководителю проекта, так и руководителям тех функциональных отделов, в которых они работают постоянно. Руководитель проекта обладает так называемыми «проектными» полномочиями и отвечает в целом за интеграцию всех видов деятельности и ресурсов, относящихся к данному проекту, которые передаются в его полное распоряжение. Он отвечает также за планирование проекта, особенно за составление графика, выполняет некоторые обязанности, делегированные руководителям функциональных отделов.

К недостаткам матричной структуры относят ее сложность, тенденцию к анархии среди сотрудников (возникает из-за наложения вертикальных и горизонтальных полномочий, что подрывает принцип единоначалия), борьбу за власть, неприспособленность к неблагоприятным экономическим условиям, конформизм в принятии групповых решений, чрезмерные накладные расходы.

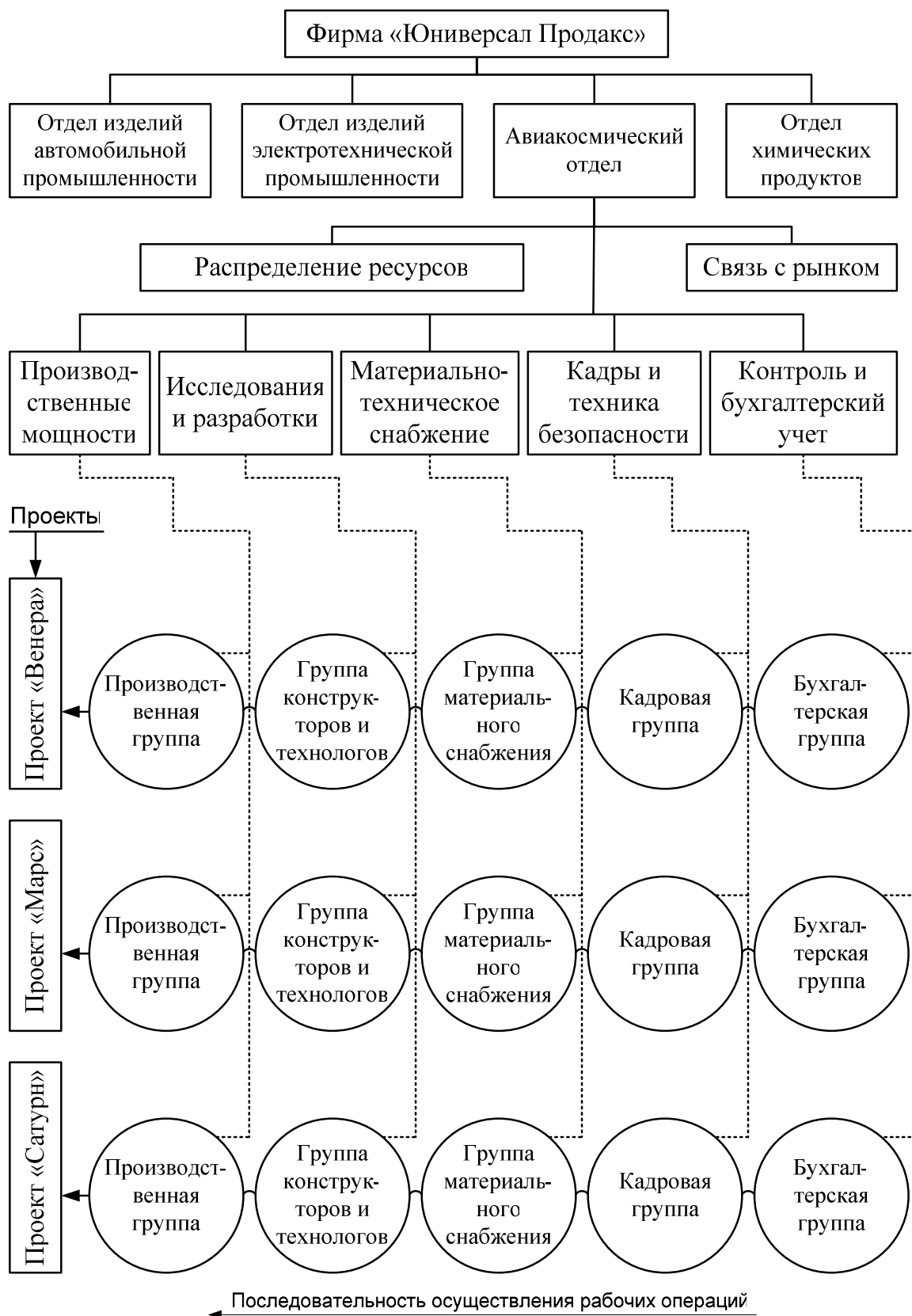


Рис. 2.6 – Матричная структура авиакосмического отделения фирмы «Юниверсал Продакс»

Несмотря на все указанные недостатки, матричная организация используется в самых различных сферах деятельности, поскольку она позволяет достичь определенной гибкости, которая никогда не

присутствует в функциональных структурах, ибо в них все сотрудники постоянно закреплены за определенными функциональными отделами. Помимо значительно большей гибкости, матричная организация дает большую возможность координации работ, характерную для дивизиональных структур. Достигается это за счет создания должности руководителя проекта, который координирует все связи между участниками проекта, работающими в различных функциональных отделах.

Объединения конгломератного типа не придерживаются какой-то одной организационной структуры. В таких организациях каждое отделение может иметь свою организационную структуру: одно – функциональную, другое – дивизиональную, третье – матричную и т. д., т. е. центральную группу окружает ряд фирм, которые, как правило, являются либо независимыми экономическими единицами, либо фактически независимыми фирмами. Головной компании они подчинены в основном в вопросах финансов. Их главная задача, решаемая самостоятельно, – достичь намеченных показателей по прибыли и удержать затраты в пределах, установленных руководством высшего звена для всего конгломерата. В связи с этим высшее звено управления конгломератом дает возможность решать вопросы организационных структур фирмам, входящим в его состав, самостоятельно.

Следует подчеркнуть, что управление предприятием – это, прежде всего, система. Системой также является само предприятие, так как имеет место большое число взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, что уже давно доказано. К тому же количество связей между компонентами, а также само количество компонентов обуславливают сложность системы. Характерной особенностью сложной системы является наличие большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. Поэтому многие процессы, особенно те, в которых задействованы средства механизации работ и автоматизации управления производственными системами, также нужно рассматривать как сложные системы.

Принцип, подчеркивающий значение комплексности, широты охвата, четкой организации и взаимосвязи в исследованиях, планировании и проектировании, получил название системного подхода, т. е. такого метода, при котором учитывается большое число факторов, определяющих работу того или иного технического устройства, живого организма или производственного процесса. Системный подход предполагает, что наряду с технико-экономическими параметрами функционирования производственной системы учитываются экономические, социально-политические, экологические, морально-этические и другие факторы.

По *С. Л. Оптнеру* системный анализ выступает как комплекс специальных процедур, приемов и методов, обеспечивающих реализацию системного подхода, т. е. данные понятия являются, по существу, довольно близкими. *С. Л. Оптнер* рассматривает системный подход как

совокупность методологических принципов и теоретических положений, позволяющих видеть каждый элемент системы в его связи и взаимодействии с другими элементами, проследить изменения, происходящие в системе в результате изменения отдельных ее звеньев, изучать специфические системные качества (эмерджентные свойства), делать обоснованные выводы относительно закономерностей развития системы, определять оптимальный режим ее функционирования. А под системой будем понимать совокупность элементов (отношений), закономерно связанных в единое целое, которое обладает свойствами, не имеющимися у этих элементов (отношений). Применительно к экономической теории и практике, с нашей точки зрения, конструктивным является определение системы как единства целей, ресурсов и строения (структуры).

Таким образом, при разработке организационной структуры следует учитывать тот факт, что организация – это не только система, состоящая из взаимосвязанных элементов. Организация – это система, представляющая собой относительно постоянный порядок внутренних пространственно-временных связей между ее отдельными элементами и их взаимодействие с внешней средой, которые и определяют ее функциональное значение.

Большие и сложные системы обладают свойствами, которые не присущи ни одному из формирующих эти системы элементов (блоков). По мере развития большой и сложной системы связанность элементов усиливается. На определенном этапе нарастания связанности эмерджентность достигает такого уровня, при котором целостные свойства системы невозможно не только наблюдать по свойствам отдельных элементов, но и выявить статистическим обобщением свойств отдельных элементов. Нужен специальный системный метод исследования, ориентированный на это новое качество.

Системный подход может одновременно сочетаться с другими подходами также по той причине, что эта концепция является основой других концепций. Причина состоит в том, что при анализе объекта, при моделировании его прогнозного состояния для получения наилучшего результата нужно учитывать множество факторов, о которых уже упоминалось ранее (экономические, социальные, политические, морально-этические и др.). Такие факторы, а также их составные элементы являются параметрами для построения математической модели будущей организационной структуры или же каких-либо ее элементов. В этом, по сути, состоит основная проблема практического применения теоретических подходов, в частности математических моделей и методов для проектирования организационной структуры. При использовании математических подходов серьезной проблемой является формализация всех факторов влияния, т. е.:

- первая проблема – это огромное количество тех факторов, которые оказывают влияние на организационную структуру;
- вторая проблема – это качественный характер большинства

факторов, который не вписывается в математическую формулу.

Поэтому в систему из бесконечной среды включаются те и только те элементы, которые необходимы и достаточны для функционирования системы – обеспечивающие достижение ее целей.

Таким образом, из системы исключаются не только внешние элементы и воздействия, но и те факторы, которые вещественно входят в состав организации, хотя для достижения поставленной цели они функционально не нужны. Перечень факторов, включающих в систему, определяется характером проблемы, в процессе решения которой контролируется система.

Несмотря на это, использование математических методик чаще всего оказывается весьма полезным и облегчает путь принятия решения.

*Метод организационного моделирования* представляет собой разработку формальных математических, графических, машинных и других отображений распределения полномочий и ответственности в организации, являющихся базой для построения, анализа и оценки различных вариантов организационных структур по взаимосвязи их переменных. Метод организационного моделирования позволяет проанализировать и оценить различные варианты решений на основе математических, графических, машинных и других описаний взаимосвязей переменных системы управления изучаемого предприятия. Можно назвать несколько основных типов организационных моделей:

### **1. Формализованные экономико-математические модели.**

Среди них выделяются три относительно самостоятельных класса:

– *регрессионные модели* (модели, построенные на регрессионных зависимостях между параметрами объекта и структуры управления). Используются в методике параметрического моделирования, которая позволяет установить функциональные зависимости между характеристиками объекта и структуры аппарата управления для определения степени их соответствия друг другу. Для этого применяются аппарат математической логики, статистики и прежде всего корреляционный анализ. В результате получают отношения, где в качестве зависимых переменных выступают такие параметры, как, например, нормативные значения численности по функциям управления, в качестве независимых переменных – объем производства вахтовой продукции, численность производственного персонала и т. д. Достоинствами этой методики являются повышение общего уровня организации управления производством, которое направлено на стандартизацию и унификацию управления, ускорение внедрения наиболее рациональных, прогрессивных форм;

– *модели, в которых характеристики организационной структуры связаны с показателем конечного эффекта функционирования, организации* и определяются исходя из требования их оптимизации. Оптимизационные модели – перспективное направление развития методов формирования организационных структур, однако основной проблемой их

применения являются отсутствие четких критериев эффективности организационной структуры предприятия, сложность в установлении формализованных зависимостей между показателями ее эффективности и отдельными параметрами, трудоемкость и большая размерность подобных задач. Поэтому большинство задач такого рода оптимизируют лишь некоторые характеристики структуры, предполагая неизменность остальных;

– *имитационные модели*. В моделях данного класса характеристики организационной структуры рассматриваются как некоторое множество объектов (задач, подразделений, сотрудников и т. д.), обладающее определенными свойствами и связями друг с другом.

Достоинством таких моделей является то, что в них взаимосвязи фирмы рассматриваются в целом. К недостаткам можно отнести упрощение и агрегирование действительных связей и отношений в фирме, что снижает практическую ценность моделей.

Основной проблемой использования организационных моделей данного типа является выбор критерия (системы критериев) эффективности организационной структуры управления для сравнения результатов моделирования, т. е. предложенных переменных структуры. Эта проблема вызвана, в первую очередь, тем, что эффективность функционирования структур управления здесь рассматривается по чисто экономическим, количественным критериям, которые легко поддаются формализации, оставляя при этом в стороне такие слабо формализуемые параметры, как, например, организационный климат и поведение, также оказывающие большое влияние на общую эффективность функционирования организационной структуры;

– *графоаналитические модели* организационных систем, представляющие собой сетевые, матричные и другие табличные и графические отображения распределения функций, полномочий, ответственности и организационных связей. Они дают возможность анализировать их направленность, характер и причины возникновения, оценивать различные варианты группировки взаимосвязанных видов деятельности в однородные подразделения, «проигрывать» варианты распределения прав и ответственности между разными уровнями руководства;

– *натурные модели* организационных структур и процессов, которые осуществляются в реальных организационных условиях. К ним относятся эксперименты по запланированному изменению структуры отдельных частей предприятия и управленческие игры, в которых на основе установления определенных правил моделируется поведение работников в условиях разных вариантов структур управления как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

На практике в процессе проектирования организационной структуры предприятия могут использоваться любые из математических и аналитических методик (либо их определенные комбинации). Однако надо



учитывать, что целесообразность применения той или иной методики зависит от типа проектируемой структуры (например, линейно-функциональные, дивизиональные, матричные и т. д.), требуемой степени адаптивности, гибкости, устойчивости структуры к изменениям окружения, квалификации разработчиков, доступности необходимой информации и времени, которое отводится на процесс проектирования. От правильности выбора этих параметров и знания им соответствующих методов проектирования в конечном итоге зависит эффективность, жизнеспособность проектируемой организационной структуры.

Итак, в простейшем случае задачу построения оптимальной организационной структуры, трактуемую как распределение функций управления между структурными подразделениями, можно сформулировать следующим образом. Имеется набор  $n$  функций системы управления, и для их выполнения создается  $n$  структурных подразделений. При этом известен эффект  $a_{ij}$  выполнения  $i$ -й функции  $j$ -м подразделением. Требуется распределить функции между подразделениями таким образом, чтобы они достигли максимального значения суммарного эффекта выполнения функций.

Построение организационной структуры не сводится только к распределению функций. Как правило, функций существенно больше, чем может быть создано подразделений, и эти функции не независимы. Таким образом, задача состоит в декомпозиции множества функций управления, причем число подмножеств, на которое происходит разбиение, заранее неизвестно. Как правило, не известны и оценки эффекта выполнения функций теми или иными подразделениями и, наконец, общий эффект распределения очень редко оценивается суммой локальных эффектов. Вообще проектирование организационной структуры представляет собой не разовое мероприятие, связанное только с подготовкой исходных данных, решением задачи и использованием полученных результатов, а долгосрочный процесс с поэтапным принятием решений.

Задачу построения организационной структуры следует отнести к «слабоструктурированным проблемам», т. е. таким проблемам, которые лишь частично формализуемы и требуют для своего решения использования содержательных оценок и экспертных решений. Разумеется, по мере прогресса исследований в этой области все большее число задач, связанных с проектированием организационных структур, будет поддаваться формализации, однако такие проблемы, как формирование целей и задач организации, по-видимому, еще долго будут решаться на содержательном уровне. Тем более важным представляется в настоящее время формализация тех задач, связанных с построением организационных структур, которые это допускают, и создание автоматизированных систем организационного проектирования, основанных на использовании ЭВМ в диалоговом режиме. При таком подходе разработчики организационной структуры могут сосредоточиться на решении принципиальных вопросов, требующих содержательного

решения. Кроме того, при использовании математических методов и ЭВМ при формировании организационных структур у проектировщиков есть возможность рассмотреть и оценить существенно большее число вариантов структурных решений. Естественно, что в основу указанных автоматизированных систем организационного проектирования должны быть положены комплексы моделей формирования структур (хотя, разумеется, разработка таких систем не ограничивается только построением соответствующих моделей).

Учитывая смысл, который вкладывается в понятие «организационная структура», рассмотрим основные подходы к ее построению.

Все методы формирования организационных структур можно разделить на два класса:

- Процедуры, которые имеют в основном качественный характер.
- Формальные модели.

Остановимся на второй группе методов, развитие которых, как уже было сказано, имеет особую актуальность. Среди них можно выделить три типа моделей:

- модели, основанные на построении регрессионных зависимостей между параметрами объекта и системы управления (регрессионные модели);
- модели, в которых характеристики организационной структуры непосредственно связаны показателями конечного эффекта функционирования организации и определяются исходя из требований их оптимизации (оптимизационные модели);
- модели построения структур на основе косвенных критериев их качества.

*1.1. Регрессионные модели.* Ряд таких моделей, направленных на построение организационной структуры аппарата управления предприятием, приведен во многих работах. В качестве зависимых переменных уравнений регрессии выступают нормативные значения численности работников по функциям управления: показатель, характеризующий тип структуры; коэффициенты централизации по функциям управления; значения численности заместителей директора предприятия и начальников подразделений/департаментов; параметры внутренней структуры отдельных подразделений аппарата управления; в качестве независимых – объем производства валовой продукции (стоимость оказанных услуг), количество действующих в основном производстве норм выработки, численность промышленно-производственного персонала и т. д. Эти модели нужно применять в комплексе совместно с типовыми структурами аппарата управления предприятием. Типовые структуры разрабатываются по группам предприятий и, отражая тенденции совершенствования управления на научной основе, дают возможность рационально построить аппарат управления с учетом специфических условий каждого предприятия. Такая возможность обеспечивается тем, что они не навязывают строго

фиксированного состава подразделений, а допускают необходимый их выбор. Таким образом, типовая структура рассматривается в качестве основы, на которой с использованием указанных моделей должно производиться формирование организационной структуры аппарата управления конкретным предприятием.

Подход к формированию организационных структур, основанный на их типизации и использовании регрессионного анализа, предлагается для широкого круга организаций. Он уже широко внедряется в практику. В то же время его возможности ограничены. Действительно, реализация такого подхода предполагает выявление прогрессивных форм построения аппарата управления, которые находят воплощение в типовой организационной структуре, распространяемой на определенную группу организаций. При этом копируются формы, полученные путем интуитивного поиска без соответствующего научного инструментария. Отсутствуют четкие критерии отбора таких форм, способы их синтеза в единую структуру. Следовательно, этот подход не содержит собственно методов формирования рациональной организационной структуры, а используемые в его рамках модели могут помочь лишь в перенесении имеющегося положительного опыта для выделенных групп организаций. Следует отметить, что решение этого вопроса также нельзя считать удовлетворительным.

*1.2. Оптимизационные модели.* Модель, использующая математическое описание процесса функционирования организации как системы массового обслуживания, предложена Крушевским А. В. Рассматривается аппарат управления предприятием. Он решает ряд задач. Каждая задача (или их группа) реализуется так называемым «функциональным» блоком. Совокупность функциональных блоков, осуществляющих решение группы задач, объединенных по тому или иному принципу (например, принадлежность задач к одной и той же функции управления, к одной и той же фазе цикла реализации функций управления), рассматривается как самостоятельное звено управления. Вводятся понятия информационной и структурной схем системы управления. Первая отражает информационные связи звеньев, вторая, кроме того, – функциональных блоков внутри каждого звена.

Математическое описание функционирования аппарата управления предприятием проводится отдельно по двум составляющим: регулярной и случайной. Первую составляющую образует регулярный процесс выполнения совокупности задач управления, для которого характерен временной график их решения по всем функциям управления и, как следствие, регулярные потоки информации между структурными элементами. Время решения каждой задачи считается величиной случайной и характеризуется двумя параметрами: математическим ожиданием и дисперсией.

В роли показателей качества реализации функции управления выступают вероятности несвоевременного принятия оптимальных

решений по каждой из них, которые при принятии определенных допущений выражаются через названные параметры. В этом случае потери от запаздывания с выработкой управляющих решений определяются по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{выр}} = \sum_{k=1}^m \lambda^k t^k P^k, \quad (2.1)$$

где  $\lambda^k$  – частота выработки оптимальных решений по  $k$ -й функции управления;  $t^k$  – эффективность оптимизации управляющих решений по  $k$ -й функции;  $P^k$  – вероятность запаздывания выработки решений по  $k$ -й функции управления;  $m$  – количество вариантов.

Случайная составляющая процесса функционирования системы управления имеет место на низших уровнях руководства предприятием при реализации ранее принятых решений в силу динамичности и случайности функционирования управляемых объектов и соответствует оперативному управлению. Содержанием последнего является перераспределение того или иного вида материальных и трудовых ресурсов при возникновении непредвиденных ситуаций. Математическое описание процесса функционирования подсистемы оперативного управления при фиксированном варианте ее информационной схемы реализуется в виде линейно-стохастической сети массового обслуживания с неоднородными потоками требований. В качестве требования на обслуживание рассматривается всякое изменение состояния объектов оперативного управления, влекущее за собой необходимость перераспределения ресурсов в целях надежного выполнения плана производства. При этом выделяются различные типы требований, каждый из которых соответствует определенному виду материальных или трудовых ресурсов. Процесс обслуживания заключается в принятии и согласовании решений по распределению того или иного вида ресурсов по отдельным объектам.

В роли критерия оптимальности структуры в данной модели выступает сумма приведенных затрат на создание и эксплуатацию системы управления предприятием, а также экономических потерь от запаздывания выработки оптимальных управляющих решений и задержек принятия и согласования оперативных решений в процессе реализации ранее принятых:

$$W = (c + E_n \cdot K) + (\Pi_{\text{выр}} + \Pi_{\text{реал}}), \quad (2.2)$$

где  $c$  – эксплуатационные расходы на содержание всех звеньев системы управления;  $E_n$  – норматив эффективности капитальных вложений;  $K$  – капитальные затраты на создание системы;  $\Pi_{\text{реал}}$  – затраты на реализацию.

При фиксированной информационной схеме варианты структуры различаются вариантами исполнения отдельных звеньев (состав звеньев, а также распределение задач по этим звеньям считаются заданными). Они определяются составом и информационными связями входящих в них

функциональных блоков (ФБ), а также исполнением самих ФБ. Последние внутри звеньев отличаются между собой количеством сотрудников и наличием определенных технических средств.

Каждому возможному варианту исполнения того или иного звена сопоставляется переменная  $X_{ij}$ . Ее значение равно 1, если  $j$ -й вариант исполнения  $i$ -го звена принимается, и 0 – в противном случае ( $i = \overline{1, N}, j = \overline{1, P}$ ).

Выражая слагаемые целевой функции через переменные  $X_{ij}$ , формулируем следующую задачу поиска оптимальной организационной структуры системы управления предприятием: найти такие значения переменных, при которых показатель  $W$  принимает минимальное значение и выполняются следующие ограничения:

- по суммарным эксплуатационным расходам;
- по суммарным капитальным затратам;
- по численности персонала по штатным категориям;
- по общей численности персонала.

Основным достоинством данной модели является выделение двух составляющих процесса управления: регулярной и случайной. Рассмотрение случайной составляющей может оказаться полезным, так как повысит адекватность модели реальным условиям. Вместе с тем модель не свободна от недостатков, главным из которых является ее чрезмерная жесткость, необходимость априорного задания ряда важнейших характеристик организационной структуры (числа звеньев управления, их взаимосвязей, функций каждого звена и др.).

В ряде случаев важной является задача оптимального обеспечения различного рода ресурсами, необходимыми для ее функционирования, исходя из ограниченных возможностей. Так, Вилкас Э. И., Майлинос Е. З. представляют модель определения рационального состава работников подразделения НИИ, при анализе которой используется аппарат динамического программирования. Предполагается, что подразделение может комплектоваться сотрудниками  $L$  категорий, а потребность в специалистах каждой категории при выполнении темы подразделения подчинена пуассоновскому распределению со средними значениями  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_L$ . Вводятся показатели перерасхода заработной платы на одного сотрудника каждой категории при неправильном комплектовании:  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_L$ .

Требуется определить, каким должен быть кадровый состав подразделения, чтобы средний перерасход заработной платы был минимальным, т.е. задача имеет следующий вид:

$$\min \sum_{j=1}^L \pi_j \sum_{v_j=x_j}^{\infty} (v_j - x_j) P(v_j, \mu_j), \sum_{j=1}^L G_j x_j \leq G, x_j = 1, 2, \dots, \quad (2.3)$$

где  $G_j$  – годовой оклад работника  $j$ -й категории;  $G$  – общий фонд

заработной платы;  $X_j$  – число работников  $j$ -й категории, включенных в состав сотрудников подразделения;  $P(v_j, \mu_j)$  – вероятность того, что для успешного выполнения темы понадобится  $v_j$  специалистов категорий  $j$ .

Построение оптимизационных моделей, безусловно, является наиболее заманчивым направлением развития методов формирования **ОС**. Однако принципиальные трудности, возникающие при установлении формальных зависимостей между показателями конечного эффекта функционирования реальных организаций (а для многих из них и само определение таких показателей является проблематичным) с параметрами **ОС**, во-первых, обусловили немногочисленность соответствующих разработок и, во-вторых, ограничили результаты в данной области в основном постановками, имеющими абстрактный характер, либо при своей довольно высокой сложности позволяют определить лишь небольшое число характеристик организационной структуры при априорном задании остальных. Примером последних служит модель, предлагаемая Баранниковым А. Ф., где критерием оптимальности выступает сумма приведенных затрат на создание и эксплуатацию системы управления предприятием и экономических потерь от запаздывания в принятии и согласовании управленческих решений. Определяется такой состав работников и технических средств в отдельных звеньях системы управления, при котором указанный показатель принимает минимальное значение и выполняется ряд ограничений: по общим объемам эксплуатационных расходов и капитальных затрат, общей численности персонала по штатным категориям. При этом считаются известными такие важнейшие характеристики организационной структуры, как число звеньев управления, функции каждого звена и др.

Более многочисленными являются модели, в которых выбор тех или иных параметров осуществляется исходя из косвенных критериев, характеризующих не результат, а процесс функционирования организации. Предполагается, что **ОС** должна создавать оптимальные условия для его реализации.

*1.3. Модели построения организационных структур на основе косвенных критериев оценки их качества.* В моделях третьего класса формирование тех или иных параметров организационной структуры осуществляется, исходя, например, из требований минимизации взаимодействия подразделений в процессе функционирования организации, максимизации однородности элементов (специалистов, технических и других средств), входящих в отдельные подразделения, максимизации скорости распространения информации от руководителей к подчиненным и т. д. В значительной части этих моделей задача оптимизации определенных характеристик организационной структуры рассматривается как задача разбиения некоторого множества объектов (задач, рабочих мест, технологических операций и т. д.) на группы с заданными свойствами. Ставится задача построения структуры,

позволяющей оптимизировать потоки информации на уровне подразделений. Для этого выделяется множество решаемых задач и фиксируются информационные связи между ними. Требуется найти такое разбиение полученного неориентированного графа на подграфы, учитывая ряд ограничений, при котором число связей внутри подграфов будет максимальным.

Оценивая последнюю группу моделей, необходимо отметить следующее. Во-первых, значительная их часть имеет характер концептуальных схем и применение этих моделей к реальным организациям потребовало бы, по-видимому, их существенной модификации, разработки большого числа вопросов, связанных с получением исходных данных. Во-вторых, многие из них направлены на построение одноуровневой организационной структуры и часто требуют априорного задания числа формируемых подсистем.

*Метод концептуального проектирования систем организационного управления (КП СОУ)*, разрабатываемый с начала 70-х годов, представляет собой дальнейшее существенное развитие идеи нормативного проектирования системы организационного управления. Объектом проектирования при использовании метода КП СОУ является система организационного управления. В основе метода лежит представление о «системе организационного управления», которое сильно отличается от имеющихся представлений об «управлении» и «организации». Это представление сконструировано так, чтобы обслуживать нужды метода. Если существуют только целостности и их могут лишь выделять и определять решения, то «управление» может принимать функции только как выработка и использование решений, а не «организация», «АСУ», «переработка информации» и др. Существует представление, что есть только два типа объектов управления: технологические и организационные процессы. Имеются две вертикали распоряжений – техническая и финансовая.

Задача управления технологическим процессом состоит в определении и вводе воздействий на вход процесса, в целях получения требуемого выхода. Задача управления организационным процессом заключается в том, чтобы указать конкретным лицам, использующим технологические процессы, когда, от кого и какой вход получить и когда, кому и какой выход дать.

Метод предполагает, что проект СОУ является функциональным устройством, каждый раздел которого полностью обеспечивает деятельность специального потребителя проекта, выполняющего определенную роль: рассмотрение проекта СОУ, утверждение проекта СОУ, реализация, освоение, функционирование СОУ, поддержание, модернизация системы.

Основная идея концептуального проектирования СОУ заключается в том, что проектируемые СОУ понимаются как человеко-машинные воплощения определенных теоретико-системных схем. Это позволяет

установить за действующими СОУ полный концептуальный контроль, т. е. точно известно, что в системном отношении представляет собой проектируемая и используемая в дальнейшем система.

*Экспертный метод* состоит в исследовании и аналитическом изучении организации силами квалифицированных специалистов с привлечением ее руководителей и других работников для того, чтобы выявить специфические особенности проблемы в работе аппарата управления, а также выработать рациональные рекомендации по его формированию или перестройке, исходя из количественных оценок эффективности оргструктуры, рациональных принципов управления, заключений экспертов, а также обобщения и анализа наиболее передовых тенденций в области организации управления.

*Аналитико-функциональный метод* предполагает, что в основе формирования аппарата управления находится стандартный набор функций (например, оперативное управление производством, материально-техническое снабжение, расчет заработной платы и др.), осуществление которых необходимо для нормальной работы системы управления. Предусматривается изучение состава этих функций для оценки трудоемкости работ по каждой из них. Основными недостатками метода являются сложность получения необходимой информации и высокая трудоемкость.

*Метод аналогий* состоит в применении организационных форм и механизмов управления, которые оправдали себя в организациях со сходными характеристиками (целями, типом технологии, спецификой организационного окружения, размером и т. п.) по отношению к проектируемой организации. К методу аналогий относятся выработка типовых структур управления предприятий и определение условий, границ их применимости.

Использование метода аналогий основано на двух взаимодополняющих вариантах. Первый из них заключается в выявлении для каждого типа организаций и различных отраслей значений и тенденций изменения главных организационных характеристик и соответствующих им организационных форм и механизмов управления.

Такой подход используется ситуационной *методологией организационного проектирования*, которая в последнее время активно развивается в США и странах Европы. Эта методология разрабатывает основы выбора наиболее подходящего типа организационной структуры, который максимально отвечает состоянию таких первичных переменных внешней среды и технологии, как однородность выпускаемой продукции, темпы изменений, тип стратегии и т. п. Например, широко применяемая в зарубежной практике *ситуационная методика проектирования «MAPS»* предполагает использование классификации организационных структур, которая имеет ситуационный характер и в которой учитываются не только объективные факторы среды и технологии, но и типы поведенческой ориентации членов организации. Она строится на изучении возможностей



каждого сотрудника при выполнении поставленных задач в сравнении с другими конкретными людьми на предприятии и оценке взаимосвязанности работ. Эти данные обрабатываются с помощью ЭВМ, что позволяет определить наиболее эффективное группирование работ и предпочтения в привлечении работников к сотрудничеству.

*Интуитивно-экспертный метод* основывается на обобщении знаний и мнений экспертов относительно конкретных вопросов организационного проектирования. В случае если организационные структуры уже существуют, а не создаются вновь, проводится аналитическое обследование организации для того, чтобы выявить специфические проблемы и узкие места в системе управления.

*Метод структуризации целей (или программно-целевой метод)* предусматривает выработку системы целей организации и последующий анализ организационных структур с точки зрения их соответствия этим целям. Цели должны быть, по возможности, сформулированы количественно, противоречия между ними ликвидируются путем определения приоритетов. Этот метод проводится тремя последовательными этапами:

- формирование общей структурной схемы аппарата управления (этап композиции). Определяются главные цели организации. На их основе устанавливаются самые важные функциональные и программно-целевые подсистемы, которые должны обеспечить их достижение. Разрабатывается так называемое «дерево» целей, представляющее собой структурную основу для увязки всех видов деятельности, исходя из конечных результатов; проводится анализ предлагаемых вариантов организационной структуры с точки зрения обеспеченности достижения каждой из целей и соблюдения принципа их однородности;

- разработка состава основных подразделений и связей между ними (этап структуризации). Закрепляются и распределяются функции принятия решений по подразделениям. В начале применительно к каждому конкретному решению выбирается уровень иерархии управления, на котором оно будет готовиться и приниматься. Затем решения, требующие участия специализированных подразделений, закрепляются за соответствующими звеньями структуры. Решается вопрос о схеме координации, формируются внутриорганизационные связи, разрабатывается схема внутриорганизационных потоков и порядка взаимодействия подразделений;

- регламентация организационной структуры (этап регламентации). Определяются трудоемкость основных видов работ и требуемая квалификация исполнителей базовых подразделений организации с последующим определением состава и численности работающих для каждого подразделения. Формируются требования к исполнителям и лицам, принимающим решения в звеньях.

Метод структуризации целей наиболее эффективен для решения хорошо структурированных проблем. К его недостаткам можно отнести

слабую методологическую базу, так как в настоящее время нет четких, устоявшихся определений по широкому кругу концептуальных положений разработки и реализации комплексных программ, отсутствует единая точка зрения исследователей на основополагающие понятия программно-целевого планирования.

Нужно помнить о том, что процесс проектирования организационных структур управления должен быть основан на совместном использовании охарактеризованных выше методов. Выбор метода решения той или иной организационной проблемы зависит от ее характера, а также возможностей для проведения соответствующего исследования. Надо еще отметить, что эффективность построения организационной структуры не может быть оценена каким-либо одним показателем. С одной стороны, здесь следует учитывать, насколько структура обеспечивает достижение организацией результатов, соответствующих поставленным перед ней производственно-хозяйственным целям, а с другой – насколько ее внутреннее построение и процессы функционирования адекватны объективным требованиям к их содержанию, организации и свойствам.

Конечным критерием эффективности при сравнении различных вариантов организационной структуры является наиболее полное и устойчивое достижение целей.

Аль-Кататбех Талал в своей статье «Типизация разработки организационной структуры управления предприятием» предлагает проектировать ОСУ на основе *концепции типичных структурных блоков*, которые включаются в состав структуры в соответствии с необходимой реакцией предприятия. При этом главным условием создания эффективной ОСУ является четкое согласование типичных блоков между собою и ориентация их деятельности на достижение общих целей предприятия. Состав типичных блоков, отражающих подход к типизации ОСУ на основе системного представления (СП), приведен на рис. 2.7.

Исходной предпосылкой реализации концепции типизации ОСУ на основе блочного подхода является системное представление процесса проектирования ОСУ предприятия. Употребляя системный подход типизации ОСУ, нужно руководствоваться таким набором СП: макроскопический, микроскопический, функциональный, процессуальный, иерархический, информационный (рис. 2.7). Первым шагом рассмотрения будет анализ содержательной составляющей СП. Во время разработки ОСУ на основе типичных блоков нужно учитывать взаимное дополнение одного СП другим.

Процессуальное системное представление (ПСП) типичных блоков ОСУ наиболее полно описывается параметрами производственно-хозяйственной деятельности предприятия, предполагающей целенаправленную деятельность объекта управления, в процессе которой исходные ресурсы превращаются в конечную продукцию предприятия.

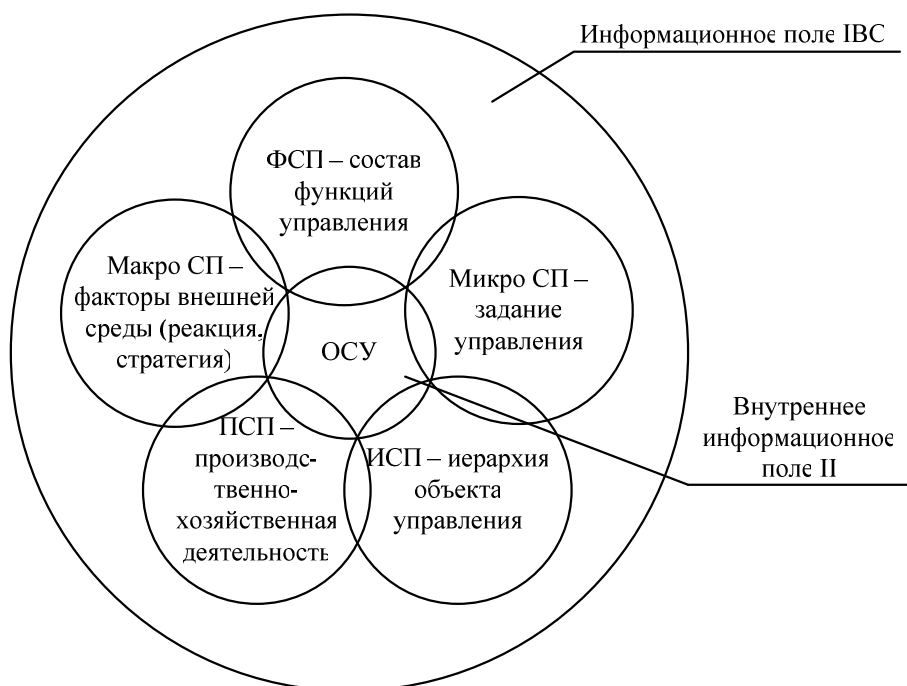


Рис. 2.7 – Подход к типизации ОСУ на основе системного представления

Детализация процессуальных характеристик системы всегда происходит через функциональную опись. Содержательной частью последней является задача управления, конечный результат решения которой может иметь вид одного или группы технико-экономических показателей деятельности объекта управления. Исключением является функция регулирования, результаты решения задач которой представляют собой принятое управленческое решение.

Процесс преобразования исходных ресурсов в продукцию можно описать функционально в виде следующего набора типичных функций:

- исследования и разработки (создание новой или улучшение существующей продукции или процессов);
- материально-техническое снабжение, приобретение материальных ресурсов;
- наем и размещение персонала предприятия;
- финансирование;
- производство (преобразование исходных ресурсов и идей в конечную продукцию);
- маркетинг (ценообразование, распределение, продвижение товара, продажа);
- поставка продукции (перемещение места, где ее может купить потребитель; удобный пункт транспортировки товара грузовым транспортом).

В границах каждой функции происходит последующая специализация на основе микроскопического системного представления (микро-СП). Совокупность задач управления по каждой функции описывает нижнюю границу типичных блоков ОСУ. Признак направленности на достижение цели управляемого объекта является

доминирующим во время описывания типичных блоков и распределения задач управления в их границах. Необходимо учитывать и другие факторы, которые влияют на распределение задач управления. Задачи управления, отнесенные к конкретной цели, могут быть распределены на подгруппы задач, объединяющих соответственно с более узким параметром – коэффициентом однородности – задач управления. Этот параметр дает возможность специализировать подразделы в типичном целевом блоке, а также в границах отдельных подразделов, т. е. выделять исполнительские элементы низшего уровня. Для СП на уровне задач управления характерны следующие признаки:

- общность решаемых задач по типам (планирование, учет, анализ);
- общность алгоритмов решения задач управления (выполнение расчетов, суммирование отчетности, учет и т. д.);
- направленность результатов решения задач на управление элементарным (первичным) объектом.

Микроскопическое СП является основным в использовании блочного подхода проектирования ОСУ, поскольку задача управления – основа типизации элементов структуры.

Макроскопическое системное предоставление (макро-СП) является развернутой описью возможностей ОСУ вырабатывать реакцию предприятия на поведение внешней среды. На основе типа реакции выбирают типичную оргструктуру управления предприятием. Следовательно, системная опись факторов внешней среды и оценка силы их влияния на деятельность предприятия дают возможность обосновать лучшую типичную схему организационной структуры управления. В границах этой схемы формируются типичные блоки, и каждый из них включает в себя задачи управления, решение которых необходимо для управления конкретными объектами, а также задачу, обеспечивающую взаимодействие предприятия с факторами внешней среды. Применение системного подхода на уровне СП позволяет использовать типичные схемы и блоки ОСУ, описываемые на уровне элементарных задач управления.

Иерархическое системное предоставление (ИСП) определяет системную важность задач управления (распределение задач по уровням управления), а также описывает свойства объектов управления.

Особое место в разработке ОСУ принадлежит информационной СП, а именно: информационному полю I, характеризующему факторы внешней среды, и информационному полю II, которое дает возможность описывать внутреннюю среду предприятия. Его используют как для системного согласования типичных блоков между собой (информационные потоки), так и для описывания всех СП. Такой подход, в отличие от других, дает возможность обеспечить информационное согласование (сформировать связи в ОСУ) работы подразделов с помощью показателей производственной хозяйственной деятельности предприятия.

Указанные СП позволяют экспертам по разработке ОСУ с помощью системного подхода сузить число факторов к количеству, необходимому для установления зависимости между параметрами структуры и условиями, в которых работает предприятие. Такая концепция дает возможность провести в достаточной мере диагностику, освобождая внимание экспертов по ОСУ от анализа второстепенных факторов.

В процессе разработки ОСУ предприятие на основе основных блоков должно руководствоваться такими признаками структуризации:

1. Структуризация по функциям предприятия. Главными функциями здесь являются финансирование, производство, сбыт. Каждая из них представлена структурным блоком, что можно использовать в двух направлениях: как основу для разработки функциональной (линейно-функциональной) ОСУ, которая наиболее распространена на предприятиях, ориентирующих свою деятельность на производство продукции и ее сбыт на основном рынке; когда данный блок используют лишь частично во взаимодействии с другими блоками. В последнем случае один из блоков (как правило, финансовый) размещается выше или на одном уровне иерархии с подразделом, структурированным по территориальному, продуктовому или потребительскому признаку.

2. Структуризация по территориальному признаку применяется в случае, когда производственные подразделения предприятия сосредоточены на территории государства или за ее границами. Этот подход характерен для разработки дивизионных ОСУ, ориентированных на создание дочерних предприятий.

3. Структуризация по продуктам. Такой подход основан на ассортименте продукции, которую выпускает предприятие, когда системы создаются для выпуска отдельного вида продукции. Выпуск неоднородной продукции, а также диверсификация производства требуют ориентации на разделенные продуктовые рынки. ОСУ строится на основе типичных блоков, которые обеспечивают реализацию производственной функции (центр дохода), маркетинга и НИОКР.

4. Структуризация по потребителям. В такой системе все действия подразделений, связанные с удовлетворением потребностей конкретной группы однородных потребителей, координирует управляющий по маркетингу. Предприятие может ориентировать свою деятельность на производственный процесс или применяемую технологию. В такой структуре возможны различные модификации обслуживающих подразделений.

5. Структуризация по каналам сбыта. Это разновидность типизации маркетинговых служб предприятий, которые работают на рынках с четко определенными границами, а также за границей.

6. Структуризация, ориентированная на проект. В этом случае применяют тыловые блоки, создаваемые на основе объединения функциональной и продуктовой форм в рамках одной ОСУ. Доминирующим типичным блоком является программно-целевой, что

обеспечивает ведущую роль функции НИОКР.

7. Структуризация по признаку времени. Такие структуры содержат временные подразделения, созданные для решения определенных сложных проблем (разработка нового продукта, новой технологии).

Разработка ОСУ предприятия на основе типизации структурных блоков предусматривает выполнение указанных типичных этапов, которые по мере конкретизации проектных решений качественно изменяются в зависимости от уровня их проработки, а именно:

- определение признаков структуризации тыловых блоков;
- диагностика деятельности предприятия;
- предоставление проектных решений;
- информационное согласование типичных блоков;
- реализация ОСУ.

Каждое проектное решение разрабатывает группа специалистов, изучивших методы формирования ОСУ.

В работе Довгопола Н. А. поднимается проблема построения «ситуационно-рациональных» (рациональных) организационных структур управления предприятием. Этот автор считает основным фактором такой структуры человеческий фактор, который составляет основу и сердцевину сложной системы предприятия.

Исследование сути системного подхода, проведенное на основе анализа процесса решения многих практических ситуационных проблем, показало, что его методологическая универсальность определяется, прежде всего, необходимостью реализации объективной логической последовательности рассмотрения любой проблемы как таковой в направлении ее успешного решения. Причем любую проблему как объект исследования и решения надо воспринимать как систему, т. е. не только проблемный объект, но и сама проблема должны рассматриваться как единое целое, образованное и определенное взаимосвязанными и обусловленными ее составляющими. Последние являются противоречиями более низших порядков, т. е. существует иерархичность проблем. Для успешного преодоления общей проблемы нужно в первую очередь решать ее первопричинные составляющие.

На основе системного анализа ситуационных проблем нами сделаны обобщающие выводы о необходимости и возможности разработки принципиального алгоритма осуществления системного подхода к решению этих проблем как универсальной методологии. Целью его разработки является построение критериально рациональных ОСУ определенными предприятиями. Суть здесь состоит в следующем. Предприятие имеет производственную структуру, которая определяется его стратегическими и тактическими целями. Допустим, что управленческой подсистемы это предприятие не имеет, следовательно, надо разработать рациональную его ОСУ. Во главе угла этой разработки находится распределение управленческого труда между ее исполнительскими составляющими. Элементами распределения управленческого труда являются

организационно неделимые составляющие, так называемые «управленческие работы», детерминированный состав которых известен заранее. Задача состоит в том, чтобы в общем составе управленческих работ обнаружить такие рациональные совокупности, которые при закреплении за соответствующими исполнительскими подразделениями обеспечивали бы достаточное критериальное качество управленческой информации; последняя рассматривается как предмет труда в управленческой подсистеме предприятия, на основе которой принимаются соответствующие управленческие решения.

Разработанную таким образом ОСУ можно сравнивать с фактически существующей ее модификацией на предприятии, на основе чего определяется ее относительная рациональность. Ее можно отобразить в улучшении организационных условий для получения критериально качественных показателей управленческой информации, а в перспективе – в ожидаемом увеличении прибыльности предприятия.

Проблема состоит в том, что процесс распределения управленческого труда необходимо осуществлять параллельно во времени с формированием соответствующего состава исполнительских составляющих ОСУ. Для этого возможно использовать определенные научные методы: системного анализа, математического моделирования, корреляционно-регрессионного анализа, экспертной оценки, кластерного анализа, сетевых методов.

Таким образом, интеграция существующей методологии организационного проектирования и оценки их рациональности позволяет сделать вывод, что проектирование структуры предприятия представляет собой разработку формальных, графических или математических отображений распределения полномочий и ответственности в организации, которая является базой для построения, анализа и оценки разных вариантов организационных структур. Предлагается использовать следующий алгоритм разработки организационной структуры:

1. Процесс начинается с детального анализа действующей оргструктуры, где учитывается накопленный опыт, ее эффективность, сильные и слабые стороны функционирования. Далее осуществляется процесс моделирования новой организационной структуры и ее элементов с учетом специфики работы предприятия, формы собственности, разработанных целей и стратегии.

2. Производится деление предприятия на общие процессные блоки (например, реализация услуг, водоснабжение, техническое обслуживание сетей и оснащения, водоотведение).

3. Устанавливаются соотношения полномочий в производственных и функциональных подразделениях.

4. Разрабатывается положение о подразделениях.

5. Формируются функции общего руководства.

Разрабатываемая структура управления должна отвечать четко очерченным критериям эффективности. Оптимальной организационной структурой считается такая, которая дает необходимые результаты самым

экономичным путем и способна вырабатывать автоматические реакции для сохранения внутреннего и внешнего равновесия.

Среди методов формирования организационных структур нами рассмотрены такие, которые могли иметь отношение к объекту исследования и быть использованы в процессе реинжиниринга предприятия. Систематизация и комбинация этих методов является необходимым элементом рекомендованного в книге инструментария.

Кроме комбинации известных методов, которые применяются в выборе типа функций или связей, возникает необходимость определения содержания и ресурсной оценки основных и вспомогательных производственных и управленческих функций. Представляется целесообразным использовать для этих целей метод функционально-стоимостного анализа (ФВА).

На основании анализа различных источников можно формализовать модель реорганизации структуры строительного предприятия. Эта модель включает:

- анализ преимуществ и недостатков формализованных методов и моделей относительно их использования при проектировании новых, рациональных структур управления и достоверность их оценки (пример сжатой характеристики методологического инструментария проектирования организационных структур приведен в табл. 2.1);

- формализацию нового распределения полномочий и ответственности в рамках новой, матрично-процессной структуры в виде матриц ответственности, которая обеспечивает рациональное распределение полномочий, ролей и ответственности между институциональным, средним и нижним уровнями управления в структуре организации;

Таблица 2.1

Методические инструменты проектирования организации в процессе реинжиниринга «Киевводоканала»

Методы	Содержание	Использование
1	2	3
Метод концептуального проектирования	В основе метода лежит тезис, что существуют два основных типа объектов управления: технологические и организационные процессы. Есть также две основные вертикали распоряжений: техническая и финансовая	При разработке технической и финансовой составляющих "Концепции реформирования ГКО "Киевводоканал"
Экспертный	Изучение организации силами специалистов с привлечением ее руководителей, разработка рекомендаций по реформированию, исходя из количественных оценок эффективности оргструктуры, рациональных принципов управления, обобщения передовых тенденций в области организации управления	Привлечение международной группы консультантов и экспертов



Продолжение табл. 2.1

1	2	3
Аналитико-функциональный	Допускает, что в основе формирования аппарата управления лежит стандартный набор функций. Предусматривается изучение состава этих функций для оценки трудоемкости работ	Формирование функциональных и части производственных департаментов
Метод аналогий	Использование организационных форм и механизмов управления, которые оправдали себя в организациях с подобными характеристиками	Использование опыта «Sewern Trent Water International» (Англия)
Ситуационная методология организационного проектирования	Выбор структуры, учитывающей состояние окружающей среды и типы технологий: однородность продукции и услуг, темпы изменений, тип стратегии, а также типы поведенческой ориентации членов организации	Учет неформальных аспектов и человеческого фактора. Назначение руководителей департаментов
Нормативная методика	Основана на определении статистических зависимостей между параметрами характеристик организационной структуры и факторами, влияющими на эти характеристики	При разработке механизмов стимулирования от конечного результата
Метод структуризации целей (программно-целевой)	Предусматривает выработку системы целей организации и последующий анализ организационных структур с обзора их соответствия этим целям	Положен в основу проектно-ориентированных структурных подразделений
Проектирование организации на основе типовых структурных блоков	Блоки включаются в состав структуры соответственно задачам предприятия. При этом главным условием является четкая согласованность типовых блоков между собой и ориентация их деятельности на достижение общих целей предприятия	Включение в структуру департаментов типовых функциональных подразделений
Метод кластерного группирования	Дает возможность наилучшим образом осуществлять группирование элементов определенной совокупности соответственно определенным свойствам	Проектирование типовых функций управленческой структуры
Метод трансформации структур	Включает метод дезинтеграции и метод интеграции	Переформирование предприятий при образовании департаментов
Метод функционального стоимостного анализа	Производится оценка затрат на реализацию функций для того, чтобы, снизив затраты, прийти к оптимальному набору функций и рациональной организации предприятия	Проектирование профильных и непрофильных функций

– формализованную постановку задачи оценки структуры управления, которая предлагается для внедрения на основе новой системы параметров и критериев с использованием методологии функционально-стоимостного анализа;

– основные этапы разработки организационной структуры,

базирующейся на выводах функционально-стоимостной оценки рекомендованной структуры;

– разработку календарного плана перехода к новой структуре информационно-программного инструментария «Sure Tras»-анализа.

Разработанная модель проектирования новой организационной структуры предусматривает, что процесс реинжиниринга структуры следует начинать с детального анализа существующей структуры, где учитывается накопленный опыт, ее эффективность, сильные и слабые стороны функционирования. На следующем этапе производится процесс моделирования новой организационной структуры и ее элементов с учетом специфики работы предприятия, формы собственности, разработанных целей и стратегии:

- осуществляется разделение предприятия на общие процессные блоки (например, реализация услуг, водоснабжение, техническое обслуживание сетей и оборудования, водоотведение);
- устанавливаются соотношения полномочий в производственных и функциональных подразделениях;
- разрабатываются положения о подразделах;
- формируются функции общего руководства.

Разработанная структура управления в общем виде должна соответствовать четко очерченным критериям эффективности. Оптимальной организационной структурой считается такая, которая дает необходимые результаты наиболее экономичным путем и способна вырабатывать автоматические реакции по поддержанию внутреннего и внешнего равновесия. Модель предлагает комплексный анализ и достоверный выбор альтернатив новых структур управления осуществлять на основе методологии, модифицированной для потребностей объекта и предмета исследований, – метод функционально-стоимостного анализа (ФСА).

Критерием подбора варианта структуры является максимизация расчетного в стоимостном виде эффекта  $\bar{E}^Z$ , который получает реформированная организация от изменения структуры:

$$\bar{E}^Z = \sum_{ij} \bar{\eta}_i [\delta_i \Delta \bar{E}_{i1} + \dots + \delta_j \Delta \bar{E}_{ij} + \dots + \delta_\sigma \Delta \bar{E}_{i\sigma}] \rightarrow \max; \quad (2.4)$$

$$i = 1 - m; \quad j = 1 - \sigma; \quad (2.5)$$

$$\eta'_i = V_i / \sum_{i=1-m} V_i; \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1-m} \eta'_i = 1; \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1-\sigma} = 1, \quad (2.8)$$

где  $i$  – индекс управленческого или производственного подразделения структуры;

$j$  – индекс составной приращения или сокращения от реорганизации;

$\sigma$  – количество составных (факторов), которые определяют результаты реорганизации структуры;

$\delta_j$  – приоритет (ранг  $j$ -го фактора, который определяет его взнос в общий эффект  $\tilde{E}^\Sigma$  от реорганизации;

$m$  – количество подразделений и производственных звеньев предложенного варианта структуры;

$\eta'_i$  – приоритет подразделения – взвешенный через удельный взнос  $V_i$  в общий объем реализации продукции и услуг  $\sum_{i=1-m} V_i$ ;

$\Delta\tilde{E}_{ij}$  – результаты реорганизации структуры в стоимостном выражении за  $j$ -м фактором по каждому из  $i$ -х подразделений (все эффекты рассчитаны как полученные исключительно от реорганизационных мероприятий);

$\Delta\tilde{E}_{i1}$  – реорганизационный эффект от сокращения административно-управленческих и других постоянных расходов;

$\Delta\tilde{E}_{i2}$  – реорганизационный эффект от возрастания объемов реализации продукции и услуг;

$\Delta\tilde{E}_{i3}$  – реорганизационный эффект от изменения структуры продукции, исключая неприбыльные производства и звенья, снижая ресурсоемкость и возрастание рентабельности;

$\Delta\tilde{E}_{i4}$  – реорганизационный эффект от рациональной деятельности с деловыми партнерами (внешняя бизнес-среда);

$\Delta\tilde{E}_{i5}$  – реорганизационный эффект от возрастания оборачиваемости активов организации;

$\Delta\tilde{E}_{i6}$  – институционный эффект (от реорганизации высшего уровня управления), который получает каждое из подразделений реформированной организации.

Предлагаемая модель должна стать основополагающим инструментом по адаптации алгоритма ФСА для подбора вариантов структур управления для строительного предприятия и его подразделений с целью формирования его реинжиниринга.

В развитых странах процесс строительства охватывает собственно новое строительство, расширение и модернизацию, работы по поддержанию и ремонту существующих зданий и сооружений.

В строительном комплексе можно выделить следующие важнейшие элементы: строительное производство (возведение и ввод в действие основных производственных и непроизводственных фондов); научно-исследовательские и проектно-изыскательские работы; отрасли по производству строительных материалов и конструкций; строительного дорожное машиностроение.

Растущее организационно-техническое единство отраслей, объединяемых в строительный комплекс, проявляется, в частности, в том, что отдельные производственные звенья строительного цикла часто функционируют в единых административных и финансово-правовых

рамках вертикально интегрированной корпорации. Так, из 400 крупнейших строительных компаний США только 165, или 41% составляют чисто строительные фирмы, большая же часть компаний представляет собой разного рода конгломераты или дочерние филиалы промышленных и банковских корпораций, производственная деятельность которых включает не только строительное производство, но и проектирование, производство строительных материалов и конструкций, строительного оборудования.

Организационно-техническое единство отраслей строительного комплекса за рубежом находит проявление в становлении и развитии разнообразных строительных ассоциаций. Их существует три типа – в зависимости от функционально-производственных признаков входящих в них компаний.

Первый тип составляют ассоциации фирм, выполняющих один из специализированных видов строительных работ – электротехнических, санитарно-технических, малярных и др. (например, национальная ассоциация строительных подрядчиков по изоляционным работам в США, Японское общество механики почв и строительства фундаментов).

Ко второму типу относятся ассоциации компаний, осуществляющих свою деятельность в одном из крупных секторов строительства: жилищном, автодорожном, строительстве зданий, объектов тяжелой промышленности и т. д. (например, Национальная ассоциация коммунального строительства США, Японская ассоциация энергетического строительства).

Третий тип составляют ассоциации фирм, объединенных по видам контрактных соглашений: генеральных подрядных фирм, субподрядных фирм. В зависимости от масштабов деятельности компаний формируются национальные, региональные или местные строительные ассоциации. Бюджет таких ассоциаций на 90% состоит из взносов входящих в них организаций и примерно на 10% – из доходов от издательской деятельности и государственных субсидий. Средняя величина бюджета ассоциации составляет 150-200 тыс. долл. Более 60% ассоциаций имеют обычно исполнительный аппарат численностью не более четырех человек.

Крупные национальные ассоциации и их союзы представляют интересы своих членов в государственных органах. В таких ассоциациях создаются учебные и исследовательские фонды для финансирования научных программ и предоставления стипендий в области строительства, регулярно организуются конференции для управленческого персонала строительных фирм.

В условиях рыночных отношений границы строительного комплекса развитых стран не остаются неизменными. В настоящее время строительный комплекс США насчитывает 1,4 млн. строительных фирм, 50 тыс. архитектурных и инженерно-консультационных компаний, 25 тыс. дилеров промышленности строительных материалов, 180 строительных ассоциаций (на начало 80-х годов их насчитывалось более 230).

## **2.4. Особенности формализации экономических систем строительного предприятия**

Одними из основных трудностей, преодолевать которые приходится в процессе познания, являются сложность и многообразие окружающего мира. Все явления в природе и в обществе находятся между собой в диалектической связи, и познание их требует изучать как влияние, оказываемое одним отдельно взятым явлением на другое, так и совместное влияние многих факторов на интересующий нас конечный результат. В этих условиях на помощь исследователю обычно приходит эксперимент. В ходе научного эксперимента проводится серия опытов, в которых поочередно и по возможности наиболее полно устраняется предполагаемое влияние различных факторов на то или иное явление, а затем изучается его изменение под действием оставшегося ограниченного круга факторов.

Экономические процессы подвергаются влиянию большого числа факторов, причем так, что существование и возможность этого влияния более или менее известны, но периодичность, конкретную величину и направление действия отдельных факторов предсказать трудно. Поэтому для определения количественных закономерностей экономистам также нужно прибегать к эксперименту. Однако проведение не только лабораторного, но даже производственно-технического эксперимента в экономической практике затруднительно, а часто вообще невозможно. Общественный процесс нельзя перенести в лабораторию. Чтобы применить лабораторные методы на живом хозяйственном механизме, пришлось бы нарушить его нормальное развитие и, следовательно, нанести ему ущерб. В то же время совершенно очевидно, что нельзя подобрать группы предприятий, которые по всем или по важнейшим признакам не отличались бы друг от друга и у которых варьировался бы только один признак. Нет и не может быть даже двух абсолютно одинаковых предприятий, особенно в строительной отрасли. Тем более невозможно искусственно «уравнять» все особенности предприятия, например довести в исследовательских целях до единого уровня зарплату, структуру производственных фондов, длительность производственного цикла и т. д. Кроме того, экономический эксперимент, как правило, требует больших затрат времени, труда и средств.

Лабораторией экономиста является сама хозяйственная жизнь, в его распоряжении должны быть методы, которые позволили бы вести исследования, не нарушая нормального хода этой жизни, и получить результат достаточно быстро. Здесь на помощь приходят вероятностные математико-экономические приемы анализа – *корреляция и статистическое моделирование*.

Задачей корреляционных методов, широко применяемых в различного рода технических, производственных, биологических и иных исследованиях, является нахождение математических формул, отражающих статистическую связь одного показателя с другим (парная

корреляция) либо с группой других (множественная, или многофакторная корреляция). Использование корреляционных методов в планово-экономических расчетах позволяет на основе изучения опыта работы и особенностей предприятий в прошлом строить формулы и затем рассчитывать по ним наиболее вероятные значения, которые должен принять в будущем тот или иной плановый показатель при определенных значениях экономических показателей, принятых за факторы-аргументы.

Следовательно, корреляционные методы создают основу для выделения «чистого» влияния отдельных факторов на плановый показатель, т. е. помогают выполнить задачу, решаемую в других условиях с помощью лабораторного эксперимента.

Статистическое моделирование экономических процессов, наоборот, позволяет заменить производственный эксперимент. Оно заключается в проведении статистических испытаний на основе математико-статистической модели, описывающей колебания тех или иных элементов производственного процесса под влиянием разнообразных факторов, действие которых не поддается управлению. В результате искусственно воспроизводится (имитируется) течение производственного процесса в будущем и на этой модели проверяется возможное действие предлагаемых систем организации производства на предприятии или в более крупных масштабах.

Математическую основу методов корреляции и статистического моделирования составляют важнейшие положения теории вероятностей, математической статистики и других разделов высшей математики. Это многомерный статистический анализ, методы статистической проверки гипотез, способ наименьших квадратов, методы линейной алгебры, элементы анализа бесконечно малых и др.

Вероятностные методы могут быть использованы для анализа случайных процессов, с которыми нередко приходится сталкиваться в производстве. Рассмотрим простой пример. Работает автоматический станок, который через определенные отрезки времени выпускает обработанную деталь. Все детали, снятые со станка, сделаны из одного материала и аналогичны по назначению, форме и способу обработки. Однако если провести тщательные измерения, то обнаружится, что размеры деталей можно считать одинаковыми лишь приблизительно. Поверхности, обработанные подряд, на одном и том же шпинделе станка, из одного и того же металла, за короткий промежуток времени при внешне неизменных условиях, оказываются неодинаковыми, потому что условия обработки этих поверхностей можно считать равными лишь «укрупненно», в пределах какой-то допустимой погрешности. В действительности эти условия все время изменяются. Непрерывно идет затупление режущего инструмента, неравномерны твердость и структура подаваемого металла, его движения в подшипнике шпиндель («биение») и т. д. Поэтому если рассматривать технологический процесс обработки какой-либо поверхности детали с высокой точностью, то приходится признать наличие в нем многих элементов случайности.

Типичным примером случайного производственного процесса является всякая работа, связанная с устранением возникающих неисправностей в работающих механизмах. Неисправности возникают случайно. Если бы их можно было предвидеть заранее, с помощью вычислений, то они бы не происходили. Такой процесс может иметь лишь вероятностные, статистические характеристики, и для управления им необходимо изучить эти характеристики и пользоваться ими на практике.

Отсюда видно, что вероятностные методы могут оказаться полезным инструментом для решения многих сложных задач организации и планирования промышленного производства. Использование вероятностных методов в планово-экономических расчетах базируется на ряде общих принципов (положений). К их числу относятся:

*1. Представление о закономерном характере образования тех или иных уровней экономических показателей, о связи их с целым рядом объективных и субъективных факторов.* Это значит, что достижение определенного уровня себестоимости продукции, производительности труда или других показателей становится возможным отнюдь не вследствие волевого решения или указания какого-либо административного органа. Оно происходит постольку, поскольку это позволяют имеющиеся производственные фонды, характер выпускаемой продукции, средний уровень развития техники и технологии в сочетании с соответствующим качеством работы коллектива предприятия, его материальной и моральной заинтересованностью в результатах труда.

Опыт показывает, что определение плана предприятия без учета объективных закономерностей приводит к отрыву плана от реальных возможностей. Отсюда – лихорадка в работе предприятия, многочисленные корректировки плана в течение года и в конечном счете срыв выполнения первоначальных заданий. Таким образом, экономический волюнтаризм при планировании, навязывание предприятию нереальных планов или, наоборот, установление ему заданий на произвольно выбранном низком уровне или «по достигнутому уровню» с прибавкой на основе сложившихся пропорций означает на деле не усиление директивной роли планирования, а ее дискредитацию.

*2. Возможность и целесообразность приведения экономических зависимостей и закономерностей к определенным математическим выражениям (формулам).* Математические формулы не могут точно отображать реальные экономические процессы. Формализация экономических зависимостей и закономерностей связана всегда с рядом упрощений, но преимущества, возникающие благодаря применению математических формул, обычно намного больше, чем отрицательные последствия неизбежных неточностей. Так, использование норм амортизации для определения износа основных производственных фондов не соответствует ни действительному физическому процессу их старения, ни происходящему наряду с ним экономическому обесцениванию фондов, но тем не менее является удобной формой экономических расчетов.

В экономике, как и в других науках, любые упрощения и формализации возможны и необходимы до тех пор, пока преимущества, получаемые от них, превышают возникающие параллельно недостатки из-за неполной точности. Как только наступает равновесие или отрицательные стороны упрощений начинают превышать их достоинства, следует отказаться от таких упрощений и искать новые методы либо уточнять существующие. Так было, например, с оценкой основных фондов по первоначальной стоимости без учета износа. Общая величина фондов ( $A$ ) определялась путем суммирования стоимости ее составных частей ( $a_1, a_2, \dots$ ) независимо от года их приобретения и без каких-либо поправочных коэффициентов, учитывающих стоимость изготовления в разные периоды, т. е. по формуле  $A = \sum_i a_i$ . Когда же неудобства такого суммирования стали чрезмерно велики, была проведена переоценка фондов по восстановительной стоимости, а по существу – найдены поправочные коэффициенты  $k_1, k_2, \dots$ , тогда общая стоимость фондов стала определяться по выражению  $A = \sum_i k_i \cdot a_i$ .

*3. При планировании и анализе качественных показателей принимаются во внимание не все факторы, влияющие на эффективность работы, а только основные и притом объективные.* В сложной картине явлений экономической жизни практически невыгодно, а в ряде случаев вообще невозможно или неправомерно учитывать все влияющие на эффективность работы предприятия факторы. Не все факторы поддаются точному измерению, часть из них влияет незначительно, многие имеют субъективный характер, т.е. зависят от коллектива предприятия, от умелого руководства его работой. Учитывать при планировании эту группу факторов означало бы в ряде случаев узаконить плохую работу коллективов отстающих предприятий.

По существу, все известные методы планирования качественных показателей основываются на учете влияния одних и игнорировании других факторов. Это хорошо видно на примере давно осужденных и все же бытующих еще и сейчас методов «волевого» планирования, планирования по отчетной базе, по среднему уровню и т. д. Здесь явно недоучитываются индивидуальные объективные особенности предприятий и их действительные возможности.

С другой стороны, при планировании методом прямого счета, когда экономические показатели получаются на основе простого укрупнения или агрегирования технологических данных, путем перемножения норм затрат на число деталей (операций), основное внимание уделяется особенностям принятых на предприятии технологии и организации производства. При этом недоучитываются возможности их улучшения на основе использования данных науки, передового опыта и сравнительного анализа деятельности других предприятий.



При использовании метода планирования собственно по факторам – одного из наиболее прогрессивных в современных условиях – также неизбежно выделяются одни факторы и смешиваются в безликую группу «всех прочих условий» другие.

Не представляют исключения в этом смысле и вероятностные методы. Однако преимуществом их является то, что они позволяют учесть «в чистом виде» влияние каждого индивидуального фактора, отделив его от влияния остальных входящих в модель факторов (аргументов), или же, наоборот, учесть совместное влияние группы разных факторов.

*4. Усреднение значений второстепенных и субъективных факторов в процессе планирования.* Этот принцип вытекает непосредственно из предыдущего. Поскольку учитывается действие только части важнейших факторов, влияние остальных усредняется. По отношению к объективным слабодействующим факторам это естественно: совершенно нелогично было бы предположить, что все эти факторы могут находиться на высшем или низшем уровне. Наоборот, поскольку таких факторов много, каждый из них действует с небольшой силой, они направлены в разные стороны и взаимно погашают друг друга. Поэтому равнодействующая их должна находиться именно на среднем общем уровне.

Для субъективных факторов справедливость принципа усреднения менее очевидна. На первый взгляд кажется, что при выдаче заданий предприятиям и составлении ими производственных планов лучше всего было бы исходить из максимально благоприятного действия субъективного фактора, т. е. из самого высокого уровня сознательности работников предприятия, их наивысшей квалификации, из наилучших методов руководства и т. д. Однако на самом деле это не так. Во-первых, неясно, какой уровень качества работы можно считать наивысшим.

На современном этапе общество вправе ожидать от коллектива каждого предприятия, что он будет работать по меньшей мере не хуже, чем все остальные. Иными словами, при определении минимальных требований к каждому предприятию следует после учета его объективных особенностей исходить из среднего по всей совокупности предприятий качества работы людей. При этом по мере продвижения вперед вместе с повышением среднего уровня работы коллективов повышаются и требования к каждому коллективу в отдельности.

*5. Учет при планировании опыта работы предприятий в прошлом.* Научное планирование должно обосновать и предвидеть ход и результаты производственного процесса. Но предвидение возможно только на основании научного анализа и обобщения предыдущего опыта. Задача любой науки в том и состоит, чтобы изучить, обобщить опыт, достижения практики и затем объяснить и предсказать развитие или изменение исследуемого явления в будущем.

Величину действия любого фактора в плановом периоде можно представить как состоящую из двух частей: одна из них соответствует действию этого фактора в прошлом, другая – приросту (приращению) в

плановом периоде (вопрос об относительной величине и знаке этого прироста здесь не имеет значения).

Обе величины могут быть запланированы только с учетом имеющегося опыта в отношении действия того или иного фактора в прошлом, что очевидно. Величина же второй части определяется на основе сравнительного изучения приростов за ряд лет и опыта оценки технико-экономической эффективности различных мероприятий. Так, при планировании народно-хозяйственных пропорций учитываются фактические технологические коэффициенты (т. е. нормы расхода продукции одной отрасли на изготовление единицы продукции другой) с поправкой на изменение принятой технологии. В свою очередь, планирование изменений технологических коэффициентов становится возможным на основе имеющегося опыта внедрения новой технологии. То же относится и к планированию показателей эффективности работы.

При использовании вероятностных методов изучаются и получают точное математическое выражение закономерности и соотношения между различными показателями предприятий в прошлом, затем они применяются для планирования на будущий период. Корреляционный анализ позволяет также определять средний темп роста различных показателей эффективности в той мере, в какой этот темп не предусмотрен включенными в корреляционную формулу факторами-аргументами.

Говоря об изучении прошлого как о базе планирования, не следует упускать из виду, что это ни в коем случае не предполагает стабильности номенклатуры изделий или технологии их изготовления. Наоборот, при этом исходят из того, что номенклатура изделий все время обновляется, а технология – прогрессирует. Вместе с тем нельзя не учитывать, что обновление или модернизация типажа изделий, а также совершенствование технологии производства обычно происходят без нарушения основных технологических характеристик машиностроительного завода и даже без приостановки текущего производства (если, конечно, не производится коренная реконструкция или не изменяется профиль предприятия).

*6. Проведение различий между формально-математическим расчетом и планированием.* Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании всегда связано с рядом упрощений и, следовательно, с частичным отрывом математических моделей от реальной действительности. Такой отрыв, как это отмечалось ранее, свойственен всем методам планирования. Однако при использовании математических методов он особенно опасен, так как здесь неточность исходных предпосылок метода скрывается за математической точностью показателей, полученных в результате применения этих предпосылок. Поэтому принимать математическое решение как безусловное и безоговорочно правильное было бы неверно. Акад. Немчинов В. С. предупреждал, что чисто математический расчет тех или иных показателей не должен заменять собой планирование, что любые

математически полученные результаты должны контролироваться общеэкономическими соображениями и расчетами.

Основные положения здесь заключаются в том, чтобы расширить инициативу предприятий и создать у них моральную и материальную заинтересованность в напряженных плановых заданиях. С этой целью предлагается централизованно доводить до предприятий план по объему производства в ассортименте и ассигнования на капитальные вложения. Все остальные качественные показатели работы предприятия будут формироваться самостоятельно. Вышестоящие плановые органы должны свести показатели предприятий и сбалансировать их. При этом показатели отдельных предприятий могут углубленно изучаться и, если необходимо, исправляться. Чтобы предприятия сами были заинтересованы в наиболее высоких заданиях, предлагается выплачивать поощрение не за выполнение отдельных показателей, а как часть прибыли в зависимости от достигнутого уровня рентабельности. При этом обязательным условием для получения поощрения должно быть выполнение согласованного плана по объему и ассортименту продукции.

Базой для определения суммы материального поощрения предприятия должен служить норматив длительного действия по рентабельности производства. Именно то обстоятельство, что норматив действует длительное время (5-10 лет) и распространяется на все предприятия отрасли или какую-нибудь их группу, создает у коллективов предприятий уверенность в том, что чем лучше они будут работать, тем выше будет оценка их работы.

Предприятия, добиваясь повышения рентабельности, будут стремиться к выполнению как можно большего объема работ при наименьших затратах. Тогда деятельность будет направлена не на мелочную опеку и регламентирование деятельности предприятий, а на развитие техники, сбалансирование планов, поиски наиболее экономичных вариантов распределения производства и капитальных вложений, контроль над ценообразованием.

В условиях материальной заинтересованности предприятий в напряженных плановых заданиях в условиях рынка не будет возникать проблема недоверия к их плановым заявкам. Эти заявки должны быть на уровне самых высоких требований. Однако в первое время действия новой системы планирования при свode проектов планов предприятий может оказаться, что сумма этих планов не обеспечивает выполнения заданий, установленных экономическому региону. Возникнет необходимость определить, какие предприятия представили более низкие заявки по сравнению с их объективными возможностями и по сравнению с заявками других предприятия. Иначе говоря, нужно будет оценить степень напряженности планов. Даже при отлаженной системе планирования и хорошей сходимости суммы проектов планов предприятий с заданиями по экономическому району надо будет заниматься анализом деятельности отдельных предприятий.

Доверие к предприятиям в условиях рынка не исключает, а предполагает их систематическую проверку. Инструментом такой проверки могут служить корреляционные формулы, отражающие зависимость уровня эффективности работы предприятий от их технико-экономических характеристик.

Отклонения реальных планов от величин, рассчитанных по корреляционным формулам, могут быть, но вероятность их появления при нормальных условиях работы с увеличением этих отклонений становится весьма малой. Если такое отклонение все же появляется, это может свидетельствовать о нарушении нормальных условий работы.

На выявлении причин таких крупных отклонений должно быть сосредоточено внимание отраслевых управлений, причем совершенно ясно, что число предприятий, планы которых подвергнутся анализу, значительно сократится, а глубина анализа увеличится. Однако для этого анализа необходим достаточно эффективный математический аппарат, который позволит более рационально использовать существующие средства вычислительной техники.

## **2.5. Значение экономико-математического анализа в оптимальном планировании строительной отрасли**

Разработка перспективных планов развития и размещения отдельных отраслей и комплекса взаимосвязанных отраслей относится к числу управленческих задач сложного характера. Сложность задачи определяется тем, что в современной экономике производственно-технические, пространственные, природно-географические, другие условия и факторы, влияющие на развитие и размещение отраслей, охватываются сложной системой взаимной зависимости.

Воздействие на процесс развития и размещения отраслей большого числа разнообразных факторов приводит к тому, что конечный результат не может быть определен однозначно – существует множество допустимых вариантов плана, складывающихся при сочетании различных факторов. В этих условиях составление плана – задача сложная, и решена она может быть с помощью экономико-математических методов и ЭВМ. Такой план должен учитывать динамический характер структуры потребностей, изменяющиеся мощности оборудования, ограничения производственно-технологического характера и др.

Ввиду сложности рассматриваемых экономических систем и условий неопределенности их функционирования процесс разработки плана является человеко-машинным процессом, т. е. в качестве неотъемлемого компонента системы действуют люди. Для выработки окончательного решения должны быть использованы здравый смысл и логические операции с символами и числовыми данными. Применение математических методов и ЭВМ в экономике, необходимое для реализации оптимального подхода в планировании, – это процесс многоэтапный. Он включает в себя

экономическую постановку задачи, построение экономико-математической модели, непосредственное решение задачи, анализ полученных результатов и внедрение их в практику.

Постановка задачи предполагает изучение основных взаимосвязей рассматриваемой системы и закономерностей ее функционирования с последующим установлением управляемых и неуправляемых переменных и системы ограничивающих условий, которым они подчиняются. Кроме того, определяется цель, которая должна быть достигнута в результате воздействия на развитие планируемой системы.

Следующий этап – построение модели. Сложность этого этапа вызвана тем, что планирование перспективного развития какой-либо отрасли с использованием методов количественного анализа требует не просто моделирования существующей системы, но в известной мере означает ее конструирование. В связи с этим особое внимание уделяется определению входных и выходных параметров модели, статических и динамических структурных элементов и выражению в математической форме взаимозависимости между теми или иными элементами системы. Не менее важным является при построении модели развития отрасли анализ возможности приведения к линейному виду функциональных зависимостей, характеризующих связи показателей развития отрасли с соответствующими ограничивающими условиями.

На этом же этапе определяется продолжительность планового периода, в течение которого должны проявляться следствия принимаемых решений по развитию отрасли. В зависимости от указанного фактора определяется влияние ограничений модели, ограничения "краткосрочного" характера при расчетах на отдаленную перспективу могут быть исключены из рассмотрения.

Экономико-математический анализ, используя опыт традиционного экономического анализа планов развития отдельных отраслей и предприятий и результатов их выполнения, вместе с тем характеризуется рядом отличительных особенностей.

Во-первых, при моделировании экономических процессов можно учесть достаточно большое число факторов и условий в их органической взаимосвязи. В обычном же анализе чаще всего учитывается влияние взаимосвязанных факторов последовательно. Одновременность воздействия на процесс отдельных условий и факторов, особенно влияющих в противоположных направлениях на принятый в задаче критерий оптимальности, очень часто учесть невозможно.

Во-вторых, экономико-математический анализ проводится с позиций оптимальности, т. е. с позиций выбора наилучшего решения из всех возможных, а не только с позиций перебора обозримого числа вариантов.

В-третьих, экономико-математический анализ использует специальный математический аппарат, который позволяет исследовать взаимосвязи экономических процессов (оценки оптимального плана, коэффициенты обратной матрицы, коэффициенты замещения, варианты

расчеты, исследование зоны неопределенности).

Необходимость экономико-математического анализа определяется как причинами общего порядка, так и специфическими условиями постановки и типами отраслевых задач.

Прежде всего, необходимость анализа вытекает из самого существа моделирования экономического процесса. Всякий экономический процесс есть явление сложное, зависящее от большого числа факторов и условий, играющих неодинаковую роль в формировании и развитии этого процесса. В частности, размещение и специализация какой-либо отрасли определяются большим числом условий природных, технических, организационных, экономических, социальных, политических, оборонных. В моделях же экономического процесса осуществляется воспроизведение реальной действительности в упрощенном виде предполагающем выделение главных взаимосвязей и отношений изучаемого процесса и отвлечение от второстепенного. Но в условиях отсутствия полной информации об объекте и о степени существенности связей между элементами системы, а также при изменении значения различных факторов при варьировании входных и выходных параметров системы построить сразу модель, соответствующую задачам оптимизации развития системы в перспективном периоде, затруднительно. В этих обстоятельствах решить вопрос о правомерности принимаемых в модели допущений (линейный характер зависимости показателей затрат от объемов производства, вид критериальной функции, внешние связи отрасли с остальными частями народного хозяйства и др.) помогают проведение расчетов при варьировании экономической информации и экономико-математический анализ модели и получаемых решений. На основании анализа осуществляется последующее уточнение модели. Кроме того, взаимосвязь модели и анализа позволяет в некоторых случаях осуществлять первоначальное решение с минимумом информации, проверяя в ходе анализа значимость учета в модели некоторых условий.

Необходимость анализа связана также с вероятностным характером сложных экономических систем, подвергающихся влиянию значительного числа случайных факторов. Действие случайных факторов предопределяет вероятностный характер всех показателей, определяющих перспективное развитие экономических систем (структуры потребностей продукции, размера использования трудовых ресурсов, капитальных вложений и других лимитированных видов ресурсов). В этих условиях приобретает огромное значение анализ устойчивости систем к воздействию случайных колебаний параметров и получение широкой области планов, находящихся в пределах оптимума.

Выделение отрасли или комплекса отраслей как самостоятельного объекта планирования из единого народного хозяйства ставит перед экономико-математическим анализом специфические проблемы по учету внешних факторов, определяющих случайные колебания взаимосвязей локальной системы с остальными частями народного хозяйства. Также

учитываются внутренние случайные факторы, проявляющиеся в колебаниях технологических и территориальных связей системы.

К числу внешних случайных факторов следует отнести и неоднозначность проявлений технического прогресса как непосредственно в рассматриваемой отрасли, так и во взаимосвязанных с ней частях народного хозяйства. Следствием неоднозначности и непредвидимости на отдаленную перспективу возможных направлений технического прогресса являются новые области применения продукции, изменения в характере условий, ограничивающих развитие отрасли, изменение экономических показателей функционирования объектов и т. д.

Немаловажную роль в формировании вероятностных свойств локальной системы играет степень изученности природных условий. В промышленности строительных материалов, включающей как отрасли добывающей, так и обрабатывающей промышленности, изменения запасов полезных ископаемых, их местоположение и особенности залегания оказывают значительное влияние на развитие отрасли в целом.

Действие перечисленных случайных социально-экономических факторов приводит к тому, что в детерминированной системе закономерности ее развития проявляются в основном в виде тенденции.

Кроме указанных выше случайных факторов существуют внутри оптимизируемой системы колебания ее технологических и территориальных связей, обусловленные вероятностным характером проявления технического прогресса. Например, в промышленности строительных материалов это проявляется как в совершенствовании существующих способов производства продукции, так и в появлении новых технологических схем.

В условиях неопределенности, когда вероятностный характер носят и показатели, принятые за критерий оптимальности плана, и все ограничения, характеризующие как внутренние, так и внешние связи данной отрасли с остальными частями народного хозяйства, нужно рассчитать перспективный план отрасли, соответствующий многообразным требованиям.

Наконец, необходимость экономико-математического анализа вытекает из самого познания рассматриваемых экономических явлений: анализ позволяет изучить внутренние закономерности формирования оптимального плана, эффективность условий и факторов, учтенных в задаче.

В общем виде цель экономико-математического анализа можно сформулировать следующим образом:

– на основе изучения структуры исследуемой экономической системы, тесноты связей между ее элементами, эффективности отдельных условий и факторов определяются направления изменений в экономико-математической постановке задачи и ее модели для более полного учета основных свойств моделируемого процесса развития и размещения отдельных отраслей или комплекса взаимосвязанных отраслей;

- изучаются закономерности функционирования рассматриваемой экономической системы;

- определяется устойчивость полученного оптимального плана по отношению к изменениям количественных значений отдельных параметров задачи; изучаются направления воздействия на рассматриваемую экономическую систему с целью повышения ее эффективности.

В результате на основе экономико-математического анализа получаемого решения должны быть выработаны рекомендации плановым органам по развитию и размещению отрасли или комплекса отраслей.

## **2.6. Особенности формирования инструментария экономико-математического анализа**

### ***2.6.1. Двойственные оценки оптимального плана и их использование в планировании***

Математическая и экономическая природа оценок оптимального плана в отраслевых задачах оптимизации.

В отраслях промышленности строительных материалов весьма существенную роль играют пространственные связи. Анализ условий развития рассматриваемых отраслей свидетельствует о том, что отрасли промышленности строительных материалов относятся к числу «транспортных» отраслей, в которых велика не только абсолютная сумма транспортных затрат и их доля в суммарных затратах, но и, прежде всего, колебания транспортных затрат значительно превосходят колебания затрат на производство.

Моделью, достаточно корректно описывающей условия производства и транспортировки в отраслях промышленности строительных материалов, является транспортно-производственная модель. Ее решить можно с использованием алгоритмов открытой транспортной или распределительной задачи в зависимости от специфики отдельных отраслей. Использование указанных алгоритмов определяет вид получаемых результатов и особенности их анализа.

Возможность применения алгоритмов транспортной и распределительной задач определяется тем, что в рамки транспортной и тем более распределительной модели укладывается содержание сложных экстремальных задач развития и размещения отраслей промышленности строительных материалов, связанных сложной системой взаимозаменяемости ресурсов и продуктов как в производстве, так и в потреблении.

С помощью указанных моделей определяются не только точки размещения предприятий отдельных отраслей, их мощности, варианты организации технологии, но с учетом взаимозаменяемости возможно решение многопродуктовых и многоотраслевых задач. Для решения усложненных задач, учитывающих отмеченные условия, разработаны во



ВНИИЭСМе алгоритмы решения однопродуктовых и многопродуктовых задач.

Рассмотрим возможности использования в экономико-математическом анализе оценок оптимального плана на примере транспортной задачи линейного программирования.

В транспортной задаче имеются различные способы  $\tilde{o}_{ij}$  использования ограниченных ресурсов  $a_i$  и удовлетворения некоторых потребностей  $b_j$  для определенной цели. В отраслевых задачах это чаще всего минимизация совокупных затрат на производство, потребление  $c$  и транспортировку продукции  $c_{ij}$ .

Сформулируем прямую транспортную задачу линейного программирования

$$\tilde{o}_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.9)$$

$$\sum_{j=1}^n \tilde{o}_{ij} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (2.10)$$

$$\sum_{i=1}^m \tilde{o}_{ij} \leq b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (2.11)$$

$$\sum_{i,j} (c_j + c_{ij}) \tilde{o}_{ij} = \min. \quad (2.12)$$

Задача наиболее эффективного распределения используемых ресурсов возникает из их дефицитности в каждый данный момент времени. Ограниченность ресурсов в отдельных отраслях связана с особенностями воспроизводственного процесса в отрасли, с заданной структурой производственных фондов, с объемом выделяемых отрасли капитальных вложений и т. п.

При использовании математического аппарата линейного программирования для решения приведенной задачи появляются показатели, являющиеся решением другой задачи, двойственной по отношению к указанной.

Двойственная задача имеет следующий вид:

$$u_{ij} \geq 0, \quad v_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.13)$$

$$v_j - u_i \leq c_i + c_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.14)$$

$$\sum_{j=1}^n b_j v_j - \sum_{i=1}^m a_i u_i = \max. \quad (2.15)$$

Двойственная задача заключается в отыскании набора чисел  $u_i (i = 1, 2, \dots, m)$  и  $v_j (j = 1, 2, \dots, n)$ , который представляет собой цену ингредиентов (ресурсов и продуктов), рассматриваемых в прямой задаче. Они обеспечивают максимизацию дохода от использования ограниченных ресурсов при условии, что оценка производимых продуктов может превосходить соответствующую оценку расходуемых ресурсов для каждого способа покрытия потребности не более чем на величину прямых

производственных и транспортных затрат по данному способу.

Для экономико-математического анализа существенны соотношения, вытекающие из теорем двойственности.

Первая теорема двойственности доказывает равенство функционалов прямой и двойственной задачи в оптимальном плане:

$$\sum_{i,j}^{m,n} (c_i + c_{ij}) x_{ij} = \sum_{j=1}^n b_j v_j - \sum_{i=1}^m a_i u_i. \quad (2.16)$$

Вторая теорема двойственности говорит о том, что если какой-либо ресурс используется не полностью в оптимальном плане, то его оценка в двойственной задаче равна нулю, и наоборот, если оценка ресурса в двойственной задаче больше нуля, это означает: ресурс использован полностью.

Математические соотношения, вытекающие из этой теоремы, имеют следующий вид:

$$u_i = 0, \text{ если } \sum_{j=1}^n x_{ij} < a_i, \quad (2.17)$$

$$v_j - u_i - c_i - c_{ij} = 0 \text{ если } x_{ij} > 0. \quad (2.18)$$

Условие (2.18) свидетельствует о том, что в оптимальном плане суммарная оценка  $(v_j - u_i)$  используемого в плане способа должна быть равна величине прямых затрат. Суммарная оценка для неоптимальных способов или превышает величину прямых затрат, или равна ей. В последнем случае это будет означать равноэффективность таких способов с так называемыми замыкающими способами, вошедшими в оптимальный план.

Показатели  $u_i$  и  $v_j^*$  имеют содержательный экономический смысл. При постановке задачи развития и размещения отрасли с применением транспортной модели линейного программирования задаются два вида ограничений: ограничения ресурсов и ограничения потребностей. В соответствии с задаваемыми видами ограничений и получаются в ходе решения их оценки, характеризующие каждое из ограничений прямой задачи с точки зрения их влияния на изменение целевой функции. Таким образом, оценки оптимального плана устанавливают взаимосвязь системы ограничений задачи с показателем, принятым за критерий оптимальности. Оценки показывают, как изменится величина критерия оптимальности, если величина ресурсов или размер потребностей возрастет или уменьшится на единицу. Уровень оценки ограниченных ресурсов  $u_i$  показывает величину уменьшения целевой функции при увеличении данного ресурса на единицу (зависимость обратная). Уровень оценки потребности отражает величину возрастания (уменьшения) критерия оптимальности при увеличении (сокращении) объема потребности на единицу (прямая зависимость).

Интерпретируя экономически получаемую систему оценок, следует сказать, что оценки ресурсов  $u_i$  характеризуют экономическую

эффективность используемых ресурсов, численно определяя меру этой эффективности, наилучший ресурс получает самую высокую оценку, наихудший – нулевую. Оценки остальных используемых в плане ресурсов находятся внутри указанного предела. Оценки отражают различие ресурсов как по местоположению того или другого ресурса, так и по условиям их производства, т. е. оценки  $u_i$  имеют рентный характер. Оценки ресурсов показывают величину экономии непосредственных затрат на производство, потребление и транспортировку продукции, которая возникает при использовании данного вида ресурсов и признана общезначимой в пределах оптимизируемой системы.

Оценки ресурсов, будучи обусловлены дефицитностью и дифференцированностью используемых ресурсов, образуют так называемые затраты обратной связи, участвующие в формировании оценок продуктов (потребностей). Оценки продуктов складываются из прямых затрат на производство и доставку продуктов до потребителя ( $c_i + c_{ij}$ ) и затрат обратной связи  $u_i$ .

Они образуют дифференциальные затраты:

$$v_j = (\tilde{n}_i + c_{ij}) + u_i. \quad (2.19)$$

Из соотношения (2.19) видно, что оценка продукта отражает весь комплекс условий задачи и все связи, возникающие при осуществлении заданных условий: абсолютный уровень оценки определяется объемом и структурой потребностей, наличием ресурсов, показателем затрат, принятым за критерий оптимальности. Дифференциальные затраты, связанные с удовлетворением определенного вида потребности, так же как и оценки ресурсов, являются общезначимыми затратами в пределах данной экономической системы. Они носят общеотраслевой характер, выражая предельно допустимые затраты на производство, потребление и транспортирование соответствующего продукта. Оценка продукции характеризует в известной мере значение или полезность соответствующих продуктов в заданных локальных условиях. Ограниченность этих оценок показателей полезности вытекает непосредственно из заданности величины потребности в отдельных продуктах и жесткой фиксированности их взаимозаменяемости.

От степени дефицитности ресурсов зависит выбор предельного замыкающего предприятия, прямые затраты которого являются необходимыми затратами на производство и транспортирование продукции данного вида. Разность прямых затрат замыкающего предприятия и прямых затрат используемых лучших и средних ресурсов других предприятий формирует величину затрат обратной связи (оценку соответствующих ресурсов).

Кроме оценок ресурсов и продуктов существует в задачах линейного программирования оценка способов. В транспортной задаче – это оценка каждой связи «поставщик – потребитель». Они определяются из условия (2.14). Это условие двойственной задачи линейного программирования

обеспечивает сопоставление непосредственных индивидуальных затрат по каждому способу с общезначимыми для данной системы затратами. Способ считается эффективным, если его индивидуальные затраты ниже или равны разности дифференциальных затрат и оценки ресурсов (2.14), или другими словами – разность общезначимых и индивидуальных затрат сравнивается с минимальной величиной экономии  $u_i$ , возникающей при использовании ограниченного вида ресурсов, и данной экономической системой.

$$v_j - (c_i + c_{ij}) \leq u_i. \quad (2.20)$$

Для оптимальных способов выполняется условие (2.18) и, соответственно, равенство (2.20), что свидетельствует о равенстве затрат и соответствующих результатов. В ходе решения задачи и происходит отбор тех способов производства, которые соответствуют общественным затратам. Для неоптимальных способов оценка ниже или равна нулю. В последнем случае способ покрытия потребности, не вошедший в план, конкурентоспособен с замыкающим способом в оптимальном плане.

Названные выше оценки оптимального плана (оценки ресурсов, оценки потребностей и оценки способов), раскрывая внутреннюю структуру оптимального плана, роль отдельных факторов и условий в его формировании, используются как инструмент экономико-математического анализа результатов расчета планов развития и размещения отдельных отраслей.

Возможность использования оценок в практике отраслевого планирования основана на свойствах оценок.

Во-первых, оценки конкретны, они отражают те условия и связи, которые включены в данную экономическую задачу; в задачах развития и размещения отдельных отраслей – это и ограниченность сырьевой базы, и ограниченность транспорта, и технический прогресс, отраженный в прямых затратах на производство и др.

Во-вторых, оценки изменяются дискретно, сохраняя свое значение при некоторых изменениях в задаваемых условиях задачи (при изменении величины ограничений, коэффициентов затрат ресурсов и выпуска продукции, коэффициентов целевой функции).

В-третьих, оценки реальны, они отражают в пределах своего интервала устойчивости величину изменения целевой функции, которая появляется при изменении условий задачи.

Оценки оптимального плана при разработке планов развития и размещения отдельных отраслей могут быть использованы:

- для определения эффективности отдельных условий и факторов и выделения направлений повышения экономической эффективности плана как за счет внутренних отраслевых резервов, так и за счет перераспределения ресурсов, используемых рядом отраслей;

- для получения серии равноэффективных планов при изменяющихся условиях и планов, находящихся в зоне оптимума, т. е. планов, отклонение функционалов которых не превышает возможной ошибки счета исходной

информации. Это направление анализа несколько смягчает последствия детерминированной постановки задачи развития и размещения отрасли;

- для выявления параметров, наименее устойчивых по отношению к внешним воздействиям, и дополнительных уточнений их численных значений;

- для определения в ходе реализации плана мероприятий, обеспечивающих выполнение его с минимумом дополнительных затрат, возникающих при отклонении условий выполнения плана от расчетных.

Рассмотрим возможную реализацию в экономико-математическом анализе каждого из указанных направлений.

Возможность использования оценок оптимального плана для определения эффективности отдельных условий и факторов, рассматриваемых в задаче, вытекает из существа экономической интерпретации оценок как показателей эффективности. Естественным, что чем выше оценка ресурса, тем он выгоднее, значит, тем жестче ограничение по данному ресурсу. Следовательно, необходимо изыскать возможности увеличения ограниченных ресурсов (реконструкция производства, его расширение, интенсификация и др.) и сравнить возникающие дополнительные затраты с эффектом (оценкой) от увеличения ограниченного ресурса. Если затраты, необходимые для увеличения ресурса, ниже его оценки, то такое увеличение ресурса целесообразно. Оценки ресурсов, численно показывая величину изменения целевой функции при увеличении или уменьшении ресурса, дают направление поиска повышения эффективности плана в целом.

Величина изменения целевой функции при изменении объема ресурсов вытекает из равенства функционалов прямой и двойственной задачи:

$$\Delta F = \sum_{i=1}^m \Delta a_i u_i, \quad (2.21)$$

где  $\Delta a_i$  – величина изменения объема  $i$ -го ресурса,  $u_i$  – его оценка. Без повторного решения задачи с помощью оценок при увеличении ограниченных ресурсов определяется размер уменьшения суммарных затрат, необходимых для реализации плана.

Худший из использованных в оптимальном плане ресурсов получает нулевую оценку. Это значит, что нет дефицитности данного ресурса и нет затрат обратной связи. Поэтому увеличение правой части ограничения недоиспользуемого ресурса не изменит плана и значения целевой функции задачи, а только увеличит размер недоиспользования ресурса. Если же речь идет о необходимости вовлечения в производство недоиспользованного ресурса, что обычно связано с растущей потребностью или требованием целочисленности, то появляется новая задача с новыми ограничениями. Использование оценок ресурсов полученного оптимального плана для новой задачи означает, что ресурс с нулевой оценкой влияет на целевую функцию опосредованно: прямые затраты, связанные с увеличением используемых ресурсов, учитываются в оценке производимой продукции.

Величина изменения целевой функции в этом случае определяется оценкой продукции и размером приращения потребности.

При решении задачи развития и размещения отрасли с использованием более сложной общей модели линейного программирования условие неотрицательности оценок не всегда вводится в задачу, в частности в тех случаях, когда по каким-либо соображениям (социальным, оборонным и др.) требуется полное использование ресурсов. Например, зачастую в отраслевых задачах оптимизации требуется обязательное включение в план действующих предприятий. В этом случае оценка ограничения может иметь любой знак, если оценка положительная, значит и без дополнительного условия данное предприятие в силу высокой экономической эффективности вошло бы в план. Если же оценка отрицательная – она показывает величину ущерба, возникающего от включения в план данного предприятия. В транспортной задаче линейного программирования, где существует неоднозначная система оценок, последствия введения условия обязательного использования какого-либо ресурса могут быть измерены с помощью соотношения, выражающего связь общезначимых и индивидуальных затрат. Если волевое включение ресурса в оптимальный план не соответствует уровню его общественной эффективности, то разница оценки потребности и оценки данного ресурса для каждого способа его использования в плане будет ниже индивидуальных затрат соответствующего способа, т. е. оценка способа будет отрицательной. Она покажет количественно тот убыток в суммарных затратах, который возникает при включении в план способа, не эффективного по уровню своих затрат. В этих условиях требуется дополнительный анализ возможности сохранения данного предприятия и обоснование в случае необходимости целесообразности продолжения его существования. В связи с этим появляется необходимость в определении мероприятий, повышающих эффективность работы предприятий, и в сравнении сокращающихся затрат на производство с величиной убытка, характеризуемого оценкой. Если абсолютная величина оценки будет ниже возможной величины сокращения затрат, то экономически целесообразно сохранение действующего предприятия.

По аналогии с оценками ресурсов возможно использование оценок продуктов для определения величины изменения целевой функции оптимального плана без дополнительного расчета плана при изменении объема потребности в том или другом продукте или нескольких продуктах одновременно.

$$\Delta F = \sum_{j=1}^n \Delta b_j v_j, \quad (2.22)$$

где  $\Delta b_j$  – величина изменения правой части условия (2.11). Оценка  $v_j$  показывает затраты у потребителя и направление эффективного изменения структуры потребления.

При расчете отраслевых задач по отдельным регионам страны оценки продукции  $u_i$  могут быть использованы для решения вопроса о сокращении производства отдельных видов продуктов, производство которых обходится значительно дешевле в приграничных точках соседнего района. В этом случае разница в дифференциальных затратах на производство одного и того же продукта, производимого в разных регионах, сравнивается с величиной транспортных затрат, необходимых для доставки продукции из другого региона. Если разница дифференциальных затрат (величин оценок потребностей) будет превосходить требуемые дополнительно транспортные расходы для перевозки продукции в район с более высокими дифференциальными затратами, то покрытие потребности за счет ресурсов из другого региона оказывается целесообразным. Данная гипотеза правомерна лишь в пределах интервала устойчивости оценок.

Однако условия (2.21) и (2.22) «работают» в довольно узких интервалах устойчивости, поэтому результаты, получаемые при их использовании, должны рассматриваться как приближенные. Используя свойства вогнутости вниз оптимального значения функционала при изменении правых частей условий (2.10) и (2.11), можно утверждать, что всегда выполняется неравенство

$$\Delta F \geq \sum_j \Delta b_j v_j; \quad \Delta F \geq \sum_i \Delta a_i u_i. \quad (2.23)$$

Таким образом, приближенное вычисление изменения оптимального значения целевой функции при помощи оценок, характеризующее тенденцию процесса, дает величину, меньшую, чем истинное изменение. Следовательно, при изменении тех или других условий задачи мы знаем направление отклонения значения целевой функции, рассчитанного по оценкам оптимального плана, от действительного изменения.

Получение с помощью оценок серии равноэффективных планов – это не менее важное направление использования оценок оптимального плана. Оно представляет собой применение оценок для определения серии равноэффективных планов и планов, достаточно близких к оптимуму. Получение серии равноэффективных планов основано на следующих математических соотношениях.

Если в правых частях условия (2.11) изменить величину потребности в продуктах на малые величины  $\Delta b_j$ , то для того, чтобы не изменилось оптимальное значение функционала, необходимо выполнение следующего условия:

$$\sum_j \Delta b_j v_j = 0. \quad (2.24)$$

Это же условие сохранения оптимального значения функционала остается и при изменении величины ресурсов правой части условия (2.10), т. е.

$$\sum_j \Delta a_i u_i = 0. \quad (2.25)$$

Отсюда следует, что можно найти меру взаимозаменяемости продуктов или ресурсов, которая позволит менять условия и получать при новых условиях план с прежним значением функционала. Если, например, ресурс  $a_1$  увеличивается на величину  $\Delta a_1$ , а ресурс  $a_2$  уменьшается на величину  $\Delta a_2$ , то из равенства (2.25) следует, что

$$\Delta a_1 u_1 - \Delta a_2 u_2 = 0, \text{ или } \Delta a_2 = \frac{\Delta a_1 u_1}{u_2}.$$

Последнее соотношение показывает, что, добавляя  $\Delta a_1$  одного ресурса, мы высвобождаем другой ресурс на величину  $\frac{\Delta a_1 u_1}{u_2}$ .

Естественно, что такая замена возможна при условии взаимозаменяемости ресурсов, вытекающей из технологического процесса.

Соотношение (2.24) используется при определении изменений структуры потребностей с помощью оптимального плана. Дифференциальные затраты можно рассматривать как показатели экономической эффективности производства отдельных видов продуктов, поэтому сравнение оценок оптимального плана позволяет сделать вывод об экономической целесообразности расширения производства одних и сокращения производства других видов продукции. Но возможность изменения структуры потребления отдельных продуктов зависит не только от экономической целесообразности их замены, но и от технологической взаимозаменяемости продуктов в конечном потреблении.

С вопросом рационального изменения на основе оценок вектора ограничений потребностей тесно связана проблема учета взаимозаменяемости материальных благ. Проблема соотношения их полезностей решается вне оптимальных отраслевых задач. Однако с помощью оценок оптимального плана можно установить экономический результат замены одних благ другими. Особенно большое значение анализ взаимозаменяемости продуктов приобретает для отраслей многономенклатурного производства. Именно такими отраслями и являются отрасли промышленности строительных материалов.

Для определения серии планов, близких к оптимальному, используются оценки способов, получаемых из соотношения (2.26):

$$v_j - u_i - (c_i + c_{ij}) \leq 0. \quad (2.26)$$

Как было отмечено выше, для используемых в оптимальном плане способов (транспортных связей) эта оценка равна нулю, для неиспользуемых – величина неположительная, т. е. она меньше или равна нулю. Оценка неиспользуемого способа показывает величину того экономического ущерба, который появится при необходимости использования неоптимального способа в плане; если для каких-либо



неоптимальных способов оценка равна нулю, это означает равноэффективность рассматриваемого и замыкающего способа, а значит – и возможность их взаимозамены без изменения значения целевой функции. Если оценка используемого способа по абсолютной величине достаточно мала (находится в пределах ошибки счета исходной информации, в экономических задачах примерно в пределах 5-10%), то, включая этот способ в план, можно получить оптимальный план, находящийся в зоне оптимума (но не в точке оптимума). Получение серии таких планов позволяет с наименьшими дополнительными затратами обеспечить реализацию плана в условиях, изменившихся по сравнению с расчетными. При этом используется набор производственных способов, конкурирующих с замыкающим или достаточно близких к нему, и из этого числа способов выбирается вариант для изменения оптимального плана при отклонении условий реализации плана от расчетных.

Третьим направлением использования оценок оптимального плана является выявление параметров, наименее устойчивых к внешним воздействиям, и уточнение их значений для последующих расчетов. В данном параграфе выясняется устойчивость показателя, принятого в транспортной задаче за критерий оптимальности.

Оценки потребностей в конкретной задаче характеризуют дифференциальные затраты на производство и транспортировку данного продукта, определяемые прямыми затратами на производство и доставку до потребителя ( $c_i + c_{ij}$ ) и затратами обратной связи, обусловленными дифференцированностью и дефицитностью используемых ресурсов (2.19).

От дефицитности ресурсов зависит выбор замыкающего предприятия, прямые затраты которого являются необходимыми затратами на производство и транспортировку продукции данного вида. Как уже отмечалось выше, разность прямых затрат замыкающего ресурса и прямых затрат используемых лучших и средних ресурсов формирует величину затрат обратной связи (оценку ресурсов). Оценки ограничений потребностей оптимального плана могут быть использованы для определения структуры затрат. В более общем виде – это проблема соотношения непосредственных затрат, принятых в качестве показателей критерия оптимальности плана, и оценок продукции. Рассматриваемая оценка характеризует затраты на производство и транспортировку продукта с учетом обратных связей. Поэтому ее отклонение от непосредственных затрат зависит от числа ограничений задачи, формирующих затраты обратной связи, и от величины каждого отдельного ограничения. Из соотношения (2.19) может быть определена доля всех составляющих оценки потребностей:

$$\frac{u_i}{v_j}; \frac{c_i + c_{ij}}{v_j}; \frac{c_i}{v_j}; \frac{c_{ij}}{v_j}, \quad (2.27)$$

т. е. может быть определено относительное влияние каждого из условий, выражаемых приведенными показателями, на формирование суммарных

затрат продукта. А отсюда могут быть сделаны выводы о направлении поиска экономии затрат в зависимости от роли факторов. Если велика в оценке продукта доля затрат обратной связи, то необходимо в первую очередь искать пути снижения дефицитности ресурсов. Если же прямые затраты составляют основную часть оценки, то необходимо выявить резервы снижения производственных или транспортных затрат в зависимости от их удельного веса в общей сумме прямых затрат.

В транспортно-производственной задаче, где в качестве ресурсов выступают мощности предприятия в целом или по его отдельным продуктам, получаемая система оценок ресурсов характеризует эффективность соответственно предприятий или отдельных видов ресурсов. Оценки указанного вида ограничений позволяют определить сравнительную меру устойчивости включения отдельных предприятий в план при изменении величины показателя критерия оптимальности. Таким путем можно определить меру надежности используемой исходной информации. Оценка ресурса  $\hat{a}_i$  показывает в каждой данной системе оценок верхнюю границу возможного увеличения прямых затрат  $(c_i + c_{ij})$ , при которой предприятие по-прежнему остается в оптимальном плане. В условиях неоднозначности системы оценок в транспортной задаче, проранжировав все предприятия по относительной величине диапазона

возрастания затрат  $\left( \frac{u_i}{c_i + c_{ij}} \right) \times 100$ , определяем их сравнительную

устойчивость включения в оптимальное решение. Чем больше указанная величина, тем надежнее включение предприятия в план при изменении рассматриваемого показателя. Особый интерес в этом случае представляют предприятия, у которых диапазон возможного изменения показателя критерия оптимальности находится в пределах ошибки счета исходных данных. Для таких предприятий нужно с особой тщательностью проверить расчет прямых затрат и сопоставить величину их изменения с оценкой. Аналогичное уточнение осуществляется и для предприятий, близких к замыкающему предприятию, но не вошедших в оптимальный план, так как именно эти предприятия являются конкурирующими с замыкающими предприятиями. Они являются как бы кандидатами на включение в план при несколько уточненных исходных данных. Сопоставление уточненных показателей прямых затрат с оценкой (для предприятий, не вошедших в оптимальный план  $u_i \leq 0$ ) позволит ответить на вопрос, какое из предприятий должно быть оставлено в плане (при условии сопоставимости структуры и объема производства у сравниваемых предприятий). В этом случае дополнительно возможно учесть и внеэкономические факторы, не учтенные при постановке задачи.

*Оценки как инструмент корректировки плана в ходе его реализации*

Условия, при которых разрабатывается оптимальный план перспективного развития и размещения отрасли, могут не совпадать с

условиями его реализации. В этих обстоятельствах особенно важно иметь механизм, позволяющий «перекраивать» план с минимумом возрастания затрат по сравнению с рассчитанной точкой оптимума. В частности, этой цели могут служить как оценки способов, не используемых в оптимальном плане, так и определение эффективности способов, не рассматривавшихся в ходе оптимизации плана.

Оценки способов, рассчитанные в соответствии с условием (2.18), позволяют решить вопрос о последовательности их использования при изменении условий. В качестве примера можно привести увеличение или уменьшение величины потребности в тех или иных продуктах, т. е. изменение структуры потребления. Чем меньше абсолютная величина оценки неиспользуемых способов, тем меньшее увеличение целевой функции дает их включение в план при росте потребности. Таким образом, с помощью оценок способов определяется порядок включения в план и исключения из плана транспортных связей (способов) при изменении вектора ограничений. Следовательно, существует возможность учесть с минимумом затрат дополнительные условия, возникающие в неадекватных расчетным условиям реализации плана.

Вопрос об определении эффективности новых способов, ранее не включенных в исходную матрицу задачи, рассмотрен Л. В. Канторовичем. В задачах оптимизации развития отдельных отраслей дополнительные способы будут эффективны тогда, когда выполняется следующее соотношение

$$v_i - u_i \geq c_i + c_{ij}. \quad (2.28)$$

Это условие показывает, что если индивидуальные затраты рассматриваемого способа меньше общезначимых затрат, то такой способ эффективен и может быть использован в оптимальном плане. Таким образом, с помощью оценок появляется количественный критерий определения экономической эффективности освоения производства новых видов продукции, внедрения новых технологических способов, ввода в действие новых производственных мощностей и др.

При наличии ограничения интенсивности способа или группы способов приведенное условие остается необходимым, но не достаточным для того, чтобы окончательно решить, включать ли в план рассматриваемый способ, так как введение нового способа может привести к существенным отклонениям от структуры и величины задаваемых ограничений. Поэтому если новый способ соответствует условию (2.28), то его нужно включить в исходную матрицу для повторного решения задачи.

Из этого же соотношения можно вывести условие эффективности дополнительных предприятий, не рассматривавшихся в оптимальном плане. Если соотношение  $v_j - (c_i + c_{ij}) \geq 0$ , то новое предприятие или эффективно, или конкурирует с замыкающим предприятием и, соответственно, оно должно быть рассмотрено в расчете плана.

Указанное направление анализа позволяет решать задачи развития и размещения отрасли с минимумом первоначальной исходной информации, проверяя эффективность других условий и их значимость в ходе экономико-математического анализа.

### ***2.6.2. Коэффициенты обратной матрицы и возможности их использования в экономико-математическом анализе***

Возможности экономико-математического анализа оптимизируемых планов отдельных отраслей значительно возрастают при использовании более сложных моделей с большим числом учтенных условий и факторов, решаемых с помощью симплекс-метода. Применение этого метода и его различных модификаций позволяет получить на последнем шаге решения обратную матрицу, являющуюся источником дополнительной информации об оптимизируемом процессе.

Процедура симплекс-метода решения задачи линейного программирования основана на переходе от одного опорного плана к другому, более экономичному, до тех пор, пока по определенному признаку не будет достигнута оптимальность. Один из способов построения опорного плана основан на том, что вместо исходной задачи решается другая, расширенная задача, в которой вводятся так называемые искусственные и дополнительные переменные, имеющие определенный экономический смысл в отраслевых задачах.

Искусственные переменные вводятся в условия удовлетворения потребности, и их можно рассматривать как величины неудовлетворенной потребности народного хозяйства в продукции данной отрасли. В целевую функцию указанные переменные входят с оценкой, превосходящей любое из значений показателя критерия оптимальности, с которым происходит сопоставление в ходе решения задачи. И если при таких условиях искусственные переменные войдут в оптимальный план, это будет означать недостаточность внутренних ресурсов отрасли для покрытия рассматриваемой потребности.

Начальный опорный план в процедуре симплекс-метода соответствует искусственным и дополнительным переменным и означает неудовлетворение потребности при неиспользуемых ресурсах.

На каждом последующем шаге вычислительной процедуры индивидуальные затраты ресурсов и выпуска продукции по каждому технологическому процессу и соответствующие им стоимостные затраты пересчитываются с учетом складывающейся структуры производства. Из индивидуальных показателей они превращаются в общеотраслевые. Преобразованные в ходе решения стоимостные показатели отражают отраслевую эффективность каждого способа и показывают, какой способ должен быть введен в оптимальный план взамен другого. Стоимостные показатели фиктивных способов, соответствующих дополнительным переменным, показывают величину экономии (перерасхода), возникающую при выделении (уменьшении) отрасли дополнительных

ресурсов, а для способов, выраженных искусственными переменными, – экономию (перерасход), связанную с сокращением (увеличением) потребности в рассматриваемом продукте.

Технологические коэффициенты затрат ресурсов и выпуска продукции превращаются в коэффициенты замещения, выражающие пропорции замены одних способов другими при сохранении сбалансированности потребности и ресурсов и при минимизации совокупных приведенных затрат. Коэффициенты замещения учитывают все изменения затрат ресурсов и выпуска продукции, которые происходят в отрасли в связи с внедрением рассматриваемого технологического способа. Таким образом, технологические коэффициенты затрат – выпуска приобретают общепромышленный характер. Коэффициенты замещения могут быть положительными и отрицательными, соответственно показывая высвобождение или закрепление определенных видов ресурсов и выпуска продуктов. Они показывают, за счет чего складывается прирост или уменьшение затрат при использовании данного технологического способа.

Для экономико-математического анализа большое значение имеет последняя симплексная таблица или ее часть – обратная матрица.

Использование обратной матрицы в экономико-математическом анализе оптимальных планов развития отдельных отраслей многообразно и возможно в следующих направлениях.

Во-первых, с помощью обратной матрицы в оптимальном решении определяются границы изменений отдельных условий и факторов, учтенных в задаче, т. е. рассчитывается диапазон изменений величины того или другого параметра, при котором состав переменных, формирующих план, не изменяется (сохраняются базисные переменные), хотя численные их значения при этом могут измениться.

В задачах развития и размещения отдельных отраслей изучается устойчивость состава базисных переменных при изменениях следующих основных параметров:

- рассчитываются границы устойчивости базисных переменных, формирующих оптимальный план, при варьировании показателя, принятого в задаче за критерий оптимальности;

- определяется диапазон изменений свободных членов ограничений, т. е. границы изменений объема ресурсов и потребностей в ту и другую сторону, при которых обеспечивается неизменность состава переменных, входящих в оптимальное решение; рассчитываются их новые количественные значения при увеличении или уменьшении величины ограниченных ресурсов или задаваемых потребностей;

- определяются границы изменений технологических коэффициентов, характеризующих затраты ресурсов и выпуск продукции при разных способах их использования.

Во-вторых, перечисленные выше направления экономико-математического анализа охватывают возможные изменения в пределах полученного оптимального решения, но использование обратной матрицы

позволяет ответить, кроме того, на следующий вопрос: что произойдет с планом, если оптимальные способы использования ресурсов заменить способами, не входящими в план. К тому же выявляются условия, при которых, неоптимальные способы становятся конкурентоспособными по отношению к оптимальным, т. е. определяются границы изменений показателя критерия оптимальности и технологических коэффициентов затрат – выпуска, позволяющие включить неоптимальные способы в план без нарушения условия оптимальности.

В-третьих, использование обратной матрицы дает возможность получить структуру оценок и определить влияние каждого из рассматриваемых в задаче факторов на формирование оценок оптимального плана.

Задача оптимизации развития и размещения отдельных отраслей в общем виде состоит в определении оптимальных способов использования ограниченных ресурсов для удовлетворения объема заданных потребностей с минимумом приведенных затрат на производство, перевозку и использование продукции.

Математически приведенная задача записывается в виде общей задачи линейного программирования, в матричной форме, следующим образом:

$$x \geq 0, \quad (2.29)$$

$$Ax \geq B, \quad (2.30)$$

$$(c, x) \rightarrow \min. \quad (2.31)$$

Для последующего анализа удобно иметь задачи в координатной форме:

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.32)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_j, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.33)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min, \quad (2.34)$$

где  $x_j$  – показатель интенсивности использования  $j$ -го способа;  $a_{ij}$  – технологические коэффициенты затрат ресурсов и выпуска продукции в  $j$ -том способе;  $b_j$  – размер ограничений ресурсов и потребностей,  $c_j$  – стоимостные затраты  $j$ -го способа.

Приведенной прямой задаче соответствует двойственная в матричной форме:

$$y \geq 0, \quad (2.35)$$

$$Ay \leq c, \quad (2.36)$$

$$(y, b) \rightarrow \max. \quad (2.37)$$

или в координатной:

$$y_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.38)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i \leq c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.39)$$

$$\sum_{i=1}^m b_i y_i \rightarrow \max. \quad (2.40)$$

где  $y_i$  – оценки  $i$ -го вида ограничения.

Матрицу, составленную из базисных векторов, обозначим через  $B$ . Предположим, что все оценки  $y_i^*$  и все значения базисных переменных  $x_i^*$  положительны. Тогда

$$Bx^* = b, \quad y^* B = c.$$

Отсюда оптимальное решение, выраженное через обратную матрицу, имеет вид

$$x^* = B^{-1}b, \quad (2.41)$$

где  $x_i^* = 0$  для небазисных координат;

$$y^* = cB^{-1}. \quad (2.42)$$

В координатной форме

$$x_j = \begin{cases} \sum_{i=r}^m \bar{a}_{ij} b_i - \ddot{a}\ddot{e}\ddot{y} \acute{a}\grave{a}\grave{z}\grave{e} \tilde{m} \hat{u} \tilde{o} \hat{e} \hat{t} \hat{i} \grave{d}\grave{a}\grave{e} \acute{e} \grave{a} \grave{o} \\ 0 \quad - \ddot{a}\ddot{e}\ddot{y} \acute{e} \acute{a}\acute{a}\grave{z}\grave{e} \tilde{m} \hat{u} \tilde{o} \hat{e} \hat{t} \hat{i} \grave{d}\grave{a}\grave{e} \acute{e} \grave{a} \grave{o} \end{cases} \quad (2.43)$$

$$y_i = \sum_{j=1}^n c_j \bar{a}_{ij}, \quad (2.44)$$

где  $x_j$  – интенсивность использования  $j$ -го способа в оптимальном плане;  $\bar{a}_{ij}$  – коэффициенты обратной матрицы;  $c_j$  – стоимостные затраты  $j$ -го способа, используемого в оптимальном плане.

Оценки ограничений задачи  $y_i$  суть  $(m + 1)$  строка обратной матрицы.

Они представляют собой преобразованные множители относительных оценок, соответствующих начальным (дополнительным и искусственным) базисным переменным.

Приведенные выше соотношения используются в экономико-математическом анализе результатов оптимизации отраслевых планов.

Решение задачи оптимизации развития и размещения отрасли на перспективный период, осуществляемое при значительной неопределенности будущих условий развития системы, предопределяет значимость определения устойчивости оптимального решения к возможным изменениям отдельных параметров задачи.

Стоимостные затраты отдельных способов, включающие в себя затраты на производство, потребление и транспортирование готовой продукции и рассчитываемые на перспективный период, являются в значительной мере величинами вероятно неопределенными, на которые влияет множество факторов. К их числу можно отнести как

объективные факторы, так и субъективные, вытекающие из неполноты информации об изучаемом процессе, из отсутствия единых методик расчета стоимостных показателей и т. п.

В этих условиях приобретает большое значение возможность определять устойчивость полученного оптимального решения при изменении показателя, принятого за критерий оптимальности задачи, т. е. определять интервал изменений этого показателя, при котором сохраняется неизменным состав базисных переменных. Возможность определять этот интервал изменений показателя критерия оптимальности вытекает из самой процедуры симплекс-метода, которая предполагает получение на каждом шаге решения относительных оценок всех рассматриваемых способов.

Относительная оценка всех неоптимальных способов может вычисляться двояко:

– как результат вычитания из прямых затрат по данному способу произведения вектора-столбца коэффициентов замещения того же способа на вектор-строку прямых затрат соответствующих базисных переменных:

$$y_s = c_s - \sum_{i=1}^m \bar{a}_{is} c_j, \quad (2.45)$$

где  $j$  – базисные;

– как результат вычитания из прямых затрат произведения вектора-столбца первоначальных технологических коэффициентов затрат – выпуска данного способа на вектор-строку соответствующих оценок ограничений:

$$y_s = c_s - \sum_{i=1}^m a_{is} y_i, \quad (2.46)$$

где  $y_s$  – относительная оценка небазисного способа  $s$ ;  $c_s$  – стоимостные затраты небазисного  $s$ -го способа;  $\bar{a}_{is}$  – коэффициенты замещения небазисного способа  $s$ ;  $a_{is}$  – коэффициенты затрат – выпуска  $s$ -го способа;  $c_j$  – стоимостные затраты базисного способа;  $y_i$  – оценки ограничений задачи.

В общем виде расчет максимальной и минимальной величин изменения показателя  $c_j$ , при которых сохраняется неизменным базисное решение, может быть осуществлен следующим образом:

$$\max \Delta c_j = \min_{\bar{a}_{is} < 0} \left( -\frac{Y_s}{\bar{a}_{is}} \right), \quad (2.47)$$

$$\min \Delta c_j = \max_{\bar{a}_{is} > 0} \left( -\frac{Y_s}{\bar{a}_{is}} \right). \quad (2.48)$$

Интервал изменения показателя стоимостных затрат базисного способа равен

$$c_j + \min \Delta c_j \leq c_j \leq c_j + \max \Delta c_j. \quad (2.49)$$



Значение интервала изменений приведенных затрат позволяет проанализировать устойчивость включения отдельных базисных способов в план и ответить на вопрос: при каком повышении затрат базисного способа он становится неэффективным. Это существенно для способов производства, связанных с освоением новых видов продукции, новых технологических методов производства и т. д.

Естественно, что уменьшение приведенных затрат в задачах развития и размещения отдельных отраслей не может привести к выведению базисного способа из оптимального плана, так как это означает повышение эффективности способа. В связи с этим для анализа используется соотношение (2.47), показывающее величину возможного возрастания затрат, при которой способ сохраняется в оптимальном плане. В задачах же, где за критерий оптимальности принимается максимум прибыли, существенна для экономико-математического анализа, наоборот, нижняя граница сокращения прибыли. Если расчет указанного интервала изменений показателя критерия оптимальности покажет, что оптимальное решение очень чувствительно к рассматриваемым его значениям, – в этом случае может потребоваться уточнение исходных показателей затрат, повышение точности их расчета.

Определение возможного возрастания затрат для оптимальных способов позволяет ответить не только на вопрос: при какой величине изменения приведенных затрат базисный способ будет исключен из плана, но и каким прежде неоптимальным способом он будет заменен.

Величина ограниченных потребностей в задаче развития и размещения отрасли отражает межотраслевые связи, являющиеся величиной вероятно неопределенной, подвергающейся воздействию весьма значительного числа случайных факторов. В их числе можно назвать такие факторы, как возможные колебания темпов развития народного хозяйства, появление новых видов материалов, удовлетворяющих данную потребность, или значительное удешевление продуктов, взаимозаменяемых с продуктами, покрывающими потребность в оптимальном плане, и т. д. То же самое следует сказать и о прогнозируемом объеме ресурсов, выделяемом отрасли народным хозяйством и закладываемом для расчета перспективного оптимального плана.

Для определения интервалов изменения величины ограничений используется соотношение (2.43). По определению, при изменении величины ограничения  $b_i$  на  $\Delta b_i$ , значения базисных переменных  $x_j$  должны остаться большими или равными нулю, т. е. состав переменных оптимального плана при изменении ограничений должен остаться неизменным.

$$\begin{aligned} x_j &= \sum_{i=1}^m \bar{a}_{ij} (b_i + \Delta b_i), \\ x_j &\geq 0. \end{aligned} \quad (2.50)$$

Из условий (2.50) могут быть получены границы возможного изменения величины свободных членов ограничений при единичной интенсивности использования оптимальных способов.

$$\max \Delta b_i = \min_{a_{is} < 0} \left( -\frac{x_j}{\bar{a}_{ij}} \right), \quad (2.51)$$

где  $j$  – базисные.

$$\min \Delta b_i = \max_{\bar{a}_{is} > 0} \left( -\frac{x_j}{\bar{a}_{ij}} \right). \quad (2.52)$$

где  $j$  – базисные.

Допустимый интервал изменения величины ограничения, заданного при расчете оптимального плана, равен

$$b_i + \min \Delta b_i \leq b_i \leq b_i + \max \Delta b_i. \quad (2.53)$$

Границы устойчивости оптимального плана при одновременном варьировании ряда ограничений снижаются. Здесь существен анализ не только одностороннего, но и одновременно разностороннего колебания величины потребностей и ресурсов.

С помощью коэффициентов обратной матрицы определяются не только границы изменения величины ограничений при стабильном составе базисных переменных, но можно также получить и новые количественные значения этих базисных переменных.

$$x' = B^{-1}b + B^{-1}\Delta b_i = x^* + B^{-1}\Delta b_i, \quad (2.54)$$

где  $x'$  – новые количественные значения базисных переменных;  $\Delta b_i$  – вектор изменений правых частей ограничений.

В рассматриваемом случае

$$\Delta b_i = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \Delta b_i \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}.$$

Коэффициенты обратной матрицы  $\bar{a}_{ij}$ , взвешенные по величине  $\Delta b_i$ , показывают, как изменится количественное значение базисных переменных при колебаниях объема ограничений. Величина  $\Delta b_i$  определяется из границ устойчивости базиса при увеличении или уменьшении соответствующего вида ограничения. При возрастании величины какого-либо ограничения положительные значения коэффициентов  $\bar{a}_{ij}$  показывают величину интенсивности оптимальных способов, отрицательные значения отражают уменьшение интенсивности других

оптимальных способов. Знак коэффициента  $\bar{a}_{ij}$  и его численное значение характеризуют эффективность используемых в оптимальном плане способов при изменении величины ограничения.

Расчет границ изменения свободных членов ограничений позволяет ответить на вопрос, целесообразно ли увеличение ввода в действие дополнительных основных фондов и производственных мощностей или соответствующих ресурсов сырья, выделяемых отрасли, если это увеличение требует дополнительных затрат. Для решения этого вопроса сравнивается прирост ограничения, умноженный на соответствующую оценку, полученную в оптимальном плане с необходимыми дополнительными затратами. Если прямые затраты больше оценки прироста, то расширение оказывается неэффективным, если меньше – эффективным. Аналогичное сравнение эффективности изменений в плане с требуемыми затратами можно производить одновременно для ряда ограничений.

Интервал изменения объема потребностей позволяет определить, в каком случае изменение объема для некоторых видов потребностей не меняет оптимального решения, а также дать рекомендации о целесообразности изменения структуры потребления и рассчитать темпы роста производства отдельных продуктов, обеспечивающие заданное соотношение производства и потребления продуктов. В экономико-математическом анализе определенный смысл имеют дополнительные переменные. Если дополнительная переменная входит в базисное решение, ее значение больше нуля. Это означает, что соответствующий вид ресурса не является реальным ограничением в данной задаче и его оценка равна нулю. Увеличение объема этого ресурса и уменьшение его на величину, меньшую значения дополнительной переменной в базисе, не изменит оптимального плана.

Если изменение экономических показателей (в частности, вектора ограничений) в задачах развития и размещения отраслей промышленности строительных материалов в наибольшей мере определяется действием случайных факторов, внешних по отношению к рассматриваемой системе, то колебания технологических коэффициентов затрат ресурсов для удовлетворения задаваемой потребности зависят в большей мере от внутренних факторов, влияющих на развитие данной системы. К их числу можно отнести возможности использования новых способов получения строительных материалов, совершенствование существующих способов, улучшение использования оборудования и т. п.

Степень неопределенности этой группы условий развития отрасли несколько меньше по сравнению с колебаниями параметров, рассмотренных выше. Однако и здесь условия производства, закладываемые в расчет оптимального плана на перспективный период, могут при реализации плана привести к снижению или повышению норм расхода ресурсов или коэффициентов выпуска продукции.

Поэтому важно определить, до каких пределов изменение технологических коэффициентов затрат выпуска не нарушает оптимального плана.

Процесс нахождения возможных интервалов изменений технологических коэффициентов  $a_{ij}$  вытекает из способа выражения базиса, обратного новому, через старый базис.

Матрица  $B^*$  составленная из новых базисных векторов, отличается тем, что одно из значений коэффициентов  $a_{ij}$  принимается неизвестным.

Необходимо найти новую обратную матрицу  $(B^*)^{-1}$ , чтобы оценить влияние изменений указанного коэффициента на оптимальный план. Матрица  $B^*$  может быть представлена в виде  $AB$ , где  $A$  – элементарная матрица, отличающаяся от единичной только одной строкой (столбцом).

$$A = (B^*)(B)^{-1}, \quad (2.55)$$

отсюда

$$(B^*)^{-1} = [(A)(B)]^{-1} = B^{-1}A^{-1}. \quad (2.56)$$

Оценки оптимального плана, полученные в новой обратной матрице  $(B^*)^{-1}$ , используются для взвешивания коэффициентов способа, сравниваемого с базисным измененным способом. Для этого берется произведение нового вектора-строки оценок на вектор-столбец коэффициентов затрат – выпуска сравниваемого способа, равное относительной оценке небазисного способа ( $Y_s$ ). Произведение приравнивается нулю, и из этого соотношения находится диапазон возможного изменения исходных коэффициентов. Эта процедура проверки условия включения в план небазисного способа осуществляется для каждого из рассматриваемых способов. Определение интервала устойчивости базисных коэффициентов ( $a_{ij}$ ) позволяет определить без пересчета плана влияние изменения производительности и эффективности базисных способов. Кроме того, возможно определение одновременного влияния изменения нескольких коэффициентов затрат – выпуска в базисном способе и получение ответа на вопрос о сохранении способа в плане при произошедших изменениях.

При изменении технологических коэффициентов затрат – выпуска нужно определить границы изменения коэффициентов, при которых значения ограничений остаются неотрицательными, т. е. план сохраняется в пределах допустимости. С этой целью рассматривается произведение новой обратной матрицы на вектор ограничений  $(B^*)^{-1}b$  и анализируется, при каких значениях коэффициентов затрат – выпуска значения ограничений остаются неотрицательными.

Выше было определено, при какой величине изменения показателя критерия оптимальности базисных способов тот или другой неоптимальный способ становится конкурентоспособным по отношению к

базисному способу. Но в реальных условиях отрасли изменения способов получения тех или других видов продуктов могут привести к уменьшению стоимостных затрат и в небазисных способах. Экономико-математический анализ при помощи коэффициентов обратной матрицы позволяет ответить на вопрос, при каких изменениях величины показателя критерия оптимальности небазисного способа он может занять место базисного способа в оптимальном решении. Знание указанных границ изменений позволяет проранжировать неоптимальные способы по степени близости к замыкающему способу, вошедшему в оптимальный план, и вносить в него изменения без нарушения признака оптимальности. Ниже рассматривается возможное изменение показателя стоимостных затрат для небазисных способов  $c_s$ , при котором рассматриваемый способ может оказаться включенным в оптимальный план. Условием включения небазисного способа в план является такое изменение затрат по данному способу, при котором его относительная оценка  $Y_s$  будет величиной неположительной. Применение указанного соотношения при решении задач с использованием модифицированного симплекс-метода затруднено, так как при получении окончательного результата выдается не полностью последняя симплексная таблица, а ее часть – обратная матрица. Но оценку небазисного способа можно получить иным путем, используя оценки ограничений и прямые коэффициенты затрат – выпуска в соответствующем способе:

$$y_s = c_s - \sum_{i=1}^m a_{is} y_i . \quad (2.57)$$

Величина  $y_s$  показывает разницу между предельно допустимыми затратами в данной экономической системе и стоимостными затратами конкретного технологического способа, не вошедшего в оптимальный план. Следовательно, относительная оценка дает количественную меру необходимого повышения эффективности способа, чтобы он стал оптимальным. В задаче оптимизации развития и размещения отраслей промышленности строительных материалов относительная оценка способа показывает, на сколько должны быть уменьшены затраты по тому или другому способу, чтобы он стал равноэффективным с оптимальным способом. Чем меньше абсолютная величина относительной оценки способа, тем ближе рассматриваемый способ к оптимальному.

Аналогичным образом проверяется эффективность способов, не рассматриваемых в данном оптимальном плане. Если оценка нового способа окажется равной нулю, то способ равноэффективен с замыкающим способом оптимального плана, если же меньше нуля, то он эффективнее замыкающих способов, включенных в оптимальный план, если больше нуля – неэффективен. Такая проверка способа на эффективность существенна для определения целесообразности использования новых технологических способов получения продукции, которые не могли быть учтены в расчете оптимального плана, новых видов продукции, ввода в действие новых производственных мощностей и т. п.

Технологические коэффициенты затрат ресурсов и выпуска продукции, используемые для расчета оптимального плана, в определенной степени могут регулироваться путем улучшения использования оборудования, снижения норм расхода материалов и т. п. Поэтому для анализа имеет значение выяснение влияния указанных изменений на оптимальное решение. Задача анализа формулируется следующим образом: как должны измениться технологические коэффициенты затрат ресурсов и выпуска продукции, чтобы соответствующий небазисный способ стал оптимальным.

Для определения величины коэффициента  $a_{is}$ , при которой способ становится оптимальным, используется соотношение для получения относительной оценки неоптимального способа. Для этого компоненты рассматриваемого способа взвешиваются по оценкам оптимального плана. Одна из компонент способа (коэффициент  $a_{is}$ ) принимается за неизвестное, например расход ресурса, а относительная оценка  $y_x$  приравнивается к нулю (2.57).

По формуле (2.57) исчисляется значение искомого коэффициента, при котором эффективно рассматриваемый способ использовать в оптимальном плане. Такой расчет осуществляется для каждой компоненты способа, и определяется граница, при которой способ становится конкурентоспособным при изменении соответствующей компоненты. Сравнение полученного значения компоненты соответствующего неоптимального способа с исходным ее значением покажет, на сколько должны быть снижены затраты того или другого ресурса на единицу продукции, чтобы рассматриваемый способ использования ресурсов мог конкурировать с оптимальным способом.

Выше рассматривались условия, при которых возможно исключение из оптимального решения базисных способов при изменении коэффициентов целевой функции, коэффициентов затрат ресурсов и выпуска продукции и соответствующие условия включения в план небазисных способов при изменившихся значениях указанных параметров. Но в реальной ситуации могут быть обстоятельства, при которых появляется необходимость включения в план небазисных способов вместо базисных. Например, из-за нереализуемости какого-либо из оптимальных способов по техническим, технологическим или организационным причинам. Коэффициенты обратной матрицы позволяют в этом случае получить новое решение без пересчета плана в целом на ЭВМ.

В последней симплексной таблице коэффициенты  $a_{is}$  небазисных способов можно рассматривать как коэффициенты замещения базисных способов на небазисные при единичной интенсивности использования небазисного способа. Как указывалось выше, эти коэффициенты приобретают общепромышленный характер, выражая структурные сдвиги, которые произойдут в рассматриваемой системе, если небазисный способ ввести в план вместо базисного, не нарушив при этом баланс производства и потребления продукции и размера выделенных отрасли ограниченных ресурсов.

Величина  $Y_{s'}$  – небазисный способ, вводимый в план, показывает величину возрастания целевой функции при введении в план неоптимального способа, а коэффициенты  $\bar{a}_{is}$  показывают изменение величины базисных переменных. Положительные значения коэффициентов выражают уменьшение интенсивности использования базисных способов, отрицательные – увеличение, а в некоторых случаях и полное исключение из оптимального плана какого-либо базисного способа.

При применении для решения задач различных модификаций симплекс-метода используется не вся симплексная таблица, а только часть ее – обратная матрица. Поэтому для получения коэффициентов замещения  $\bar{a}_{is}$  небазисных способов используются коэффициенты разложения вектора по базису

$$\begin{aligned} B\bar{x} + a_{is'}\Delta x_{s'} &= b, \\ B\bar{x} &= b - a_{is'}\Delta x_{s'}, \\ \bar{x} &= B^{-1}b - B^{-1}a_{is'}\Delta x_{s'}, \\ \bar{x} &= x^* - B^{-1}a_{is'}\Delta x_{s'}, \end{aligned} \quad (2.58)$$

где  $\bar{x}$  – новые базисные переменные;  $a_{is'}$  – вектор технологических коэффициентов небазисного способа, вводимого в базис;  $\Delta x_{s'}$  – величина интенсивности использования не базисного способа.

Произведение обратной матрицы на вектор технологических коэффициентов вводимого в план способа ( $B^{-1}a_{is'}$ ) и есть коэффициенты разложения вектора по базису или коэффициенты замещения для небазисного способа  $\bar{a}_{is'}$  последней симплексной таблицы.

Максимально возможная величина интенсивности небазисного способа, вводимого в оптимальный план, определяется из следующего соотношения:

$$\max x_{s'} = \min \frac{x_j}{\bar{a}_{is'}}. \quad (2.59)$$

Таким образом, применение приведенных соотношений дает возможность при необходимости использования какого-либо из небазисных способов найти новый план без повторного расчета и определить изменение структуры выпуска продукции.

Получение обратной матрицы при решении общей задачи линейного программирования позволяет представить оценки в виде составляющих ее элементов, которые характеризуют влияние отдельных факторов, определяющих эффективность каждого из введенных условий.

Основой разложения оценок оптимального плана является соотношение (2.44), устанавливающее связь вектора-столбца обратной матрицы,  $\bar{a}_{ij}$  соответствующего  $j$ -го способа и вектора-строки  $c_n$ , характеризующего прямые затраты способов, вошедших в базис. Взвешивание коэффициентов обратной матрицы по соответствующим

прямым затратам дает характеристику количественного изменения общей величины затрат (оценку) при изменении величины  $i$ -го ограничения на единицу. Каждая составляющая суммы характеризует изменение затрат по соответствующим компонентам способа, показывая, что необходимо делать для получения экономии в суммарных затратах, равной значению оценки ограничения.

Коэффициенты столбца обратной матрицы  $\bar{a}_{ij}$  могут быть больше нуля или меньше, т. е. составляющие суммы могут увеличить или уменьшить результат. Таким путем определяется влияние каждого из факторов на величину затрат в связи с изменением интенсивности использования отдельных базисных способов при изменении величины ограничения.

В задачах оптимизации развития и размещения отрасли оценку получают как ограниченные продукты (потребности), так и ресурсы. Оценка продукции (дифференциальные затраты) складывается из прямых затрат данного продукта и затрат обратной связи по всем остальным продуктам и ресурсам. Соотношение (2.43) в этом случае имеет следующий вид:

$$y'_i = c'_j + \sum_{j=1}^m \bar{a}_{ij} c_j, \quad j = 1, \dots, n, \quad i = 1, \dots, m, \quad (2.60)$$

где  $y'_i$  – оценка рассматриваемого продукта;  $c'_j$  – прямые затраты по замыкающему способу производства.

Таким образом, оценка продукта представляет собой функцию прямых затрат данного продукта и приращения прямых затрат остальных продуктов, взятых с соответствующим коэффициентом. Соответствующие коэффициенты  $\bar{a}_{ij}$  могут быть больше, меньше или равны нулю. Если коэффициенты больше нуля, это означает прирост затрат в связи с возрастанием интенсивности использования данного способа, если меньше нуля, то непосредственные затраты уменьшаются. Равенство коэффициента нулю означает, что ограничение по рассматриваемому ресурсу не влияет на величину соответствующих переменных в оптимальном плане. Результирующая указанных влияний показывает величину изменения непосредственных затрат.

Оценки ограниченных ресурсов характеризуют изменение затрат по всем продуктам при изменении величины данного ограничения ресурса на единицу. Для некоторых ресурсов оценка может оказаться равной нулю. Такая ситуация возникает, во-первых, если каждая составляющая суммы  $\sum_{j=1}^m \bar{a}_{ij} c_j$  равна нулю, что возможно, если коэффициенты обратной матрицы  $\bar{a}_{ij} = 0$ . В этом случае ограничение по рассматриваемому ресурсу не влияет на интенсивность использования соответствующих базисных способов. Во-вторых, оценка ограничения ресурса может быть равна нулю, когда увеличение затрат по одним способам равно уменьшению затрат по другим,



тогда результирующая равна нулю. Это означает, что ограничение по данному ресурсу не влияет на оценки соответствующих продуктов, по нему не возникают затраты обратной связи, увеличивающие суммарные затраты.

Выявление влияния отдельных составляющих оценок ограничений позволяет определить значимость отдельных факторов в возрастании или уменьшении затрат и в соответствии с этим воздействовать на те условия, которые увеличивают суммарные затраты по реализации оптимального плана.

### **2.6.3. Методы учета неопределенности в экономико-математическом анализе**

Проблема устойчивости оптимальных решений, получаемых при исследовании того или другого типа моделей, шире описанной выше проблемы определения интервалов устойчивости отдельных параметров в конкретном расчете. Пользуясь терминологией теории автоматического управления, можно сказать, что любая динамическая система представляет собой объект управления, меняющий свое состояние, характеризуемое некоторым набором показателей, под влиянием каких-либо внешних возмущающих воздействий. Необходимо найти такой критерий устойчивости, который бы позволил оценить силу внешних воздействий, возмущающих внутренние связи, которые предопределены закономерностями развития системы, проявляющимися в этих условиях в виде тенденции.

Анализ устойчивости оптимальных планов по отношению к изменениям числовых значений параметров детерминированной линейной модели позволяет определить возможность применения детерминированной модели для принятия управляющих решений. Для этого необходимо установить, какие виды неопределенности присущи рассматриваемой экономической системе и каким образом это отражается на выборе оптимального решения.

При расчетах оптимальных перспективных планов развития и размещения отдельных отраслей или комплекса взаимосвязанных отраслей первоначально находится наилучший вариант развития производства для ряда предположительных и наиболее вероятных значений таких параметров, как объем и структура потребления, максимально возможные объемы производства на действующих и строящихся предприятиях, коэффициенты целевой функции и др. В результате анализа устойчивости решения с помощью оценок и коэффициентов обратной матрицы можно сделать вывод о мере чувствительности оптимального решения к варьированию какого-либо параметра. Если окажется, что степень устойчивости решения достаточно высокая и находится в пределах возможного колебания числового значения рассматриваемого параметра, то можно утверждать: линейная модель адекватно учитывает элемент неопределенности.

Вариантные расчеты, осуществляемые также на основе детерминированных моделей, проводятся прежде всего при изменении численных значений параметров, заданных в модели. Варьируются обычно величины потребностей и ресурсов и их внутренняя структура. Проведение указанного варьирования исходной информации при неизменности объектов планирования и состава ограничений позволяет получить серию планов, их анализ выявляет круг объектов, устойчиво входящих в оптимальный план при любых условиях; круг объектов, соответственно устойчиво неоптимальных в любых условиях, и объектов, за счет которых и происходят изменения плана. Мера устойчивости полученного решения определяется долей неустойчивого круга объектов по отношению к их общему числу. По выявленному неустойчивому кругу объектов требуется дополнительное уточнение их показателей для окончательного принятия решения.

Для проверки значимости отдельных условий, введенных в задачу, производится расчет условно-оптимальных планов, при котором какое-либо из первоначально учтенных в модели условий исключается из расчета при получении оптимального решения. Прежде всего такой расчет необходимо проводить без учета ограничений ресурсов, имеющих оценку, близкую к нулю. В этом случае сравнение функционалов первоначальной и вновь рассчитанной задачи позволит количественно оценить значимость фактора и необходимость его последующего учета.

Расчет условно-оптимальных планов позволяет определить целесообразность учета в модели отдельных условий и факторов, определить необходимость детализации отдельных условий в модели, в частности значимость степени территориальной дифференциации отраслевых планов, важность увязки планов во временном разрезе и др. Кроме того, необходимо варьирование условий, которые учитываются в показателях критерия оптимальности. В частности, расчет плана с учетом в показателях критерия оптимальности транспортных затрат и без их учета позволяет эмпирически для той или другой отрасли решить вопрос о выборе окончательной модели, используемой для оптимизации планов развития и размещения отдельных отраслей. Расчет плана с учетом разных численных значений коэффициента эффективности капитальных вложений  $E$  позволяет получить варианты отраслевых планов, различающихся соотношением трудовых и капитальных затрат. В конечном счете варьирование коэффициента  $E$  в показателях критерия оптимальности дает возможность наиболее верно определять на отдаленную перспективу техническую политику отрасли.

Решение вопроса о варьировании отдельных условий должно приниматься в зависимости от типа модели, количества учтенных условий и факторов учета развития системы во времени и других особенностей планирования отдельных отраслей.

Еще одним направлением проведения вариантных расчетов является расчет плана на разные критерии оптимальности. В их числе можно

назвать минимум проведенных затрат, минимум капитальных вложений, максимум прибыли и др. Целесообразность такого рода расчетов диктуется также неопределенностью развития экономической системы и необходимостью проверки соответствия отдельных условий – реальной действительности. Так, например, проведение расчетов на минимум капитальных вложений позволяет определить их нижнюю границу, необходимую для реализации плана. Если сравнить с ней величину капитальных вложений, получаемую из расчета планов при других критериях оптимальности, то мы можем получить величину капитальных вложений за счет удешевления другого фактора.

Проведение вариантных расчетов при различных сочетаниях значений показателей модели имитирует возможное изменение внешних условий. Оптимальные решения, полученные для каждого из этих сочетаний, характеризуют возможные оптимальные варианты развития системы, образуя в своей совокупности зону ее неопределенности, анализ которой позволяет более обоснованно принимать окончательное решение, что предопределяет необходимость разработки соответствующего надежного математического аппарата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решая проблему трансформации проектно-строительного комплекса к рыночным отношениям, необходимо учитывать, что характерной тенденцией современной практики управления производством вообще и строительным производством в частности, является выделение комплекса работ по совершенствованию управления. Эта функция в различных источниках трактуется по-разному: как функция «организационного управления», организационного развития, организационного проектирования, функция внутрифирменных консультационных услуг в области управления строительным предприятием и др. Естественно, что в различных работах в функции организационного управления вкладывается и различный смысл, однако ее основными задачами являются задачи совершенствования организационных форм и структур управленческих решений по обеспечению эффективной трансформации проектно-строительного комплекса к рыночным взаимоотношениям.

При анализе опыта зарубежных фирм необходим критический подход, поскольку многие методы, концепции и решения, реализуемые с успехом этими фирмами, не совместимы с практикой современного хозяйствования в Украине. В то же время некоторые, преимущественно внутрифирменные структурно-организационные решения, методы и приемы, направленные на совершенствование организации управления, могут после соответствующей доработки найти применение в отечественном капитальном строительстве.

Совершенствование управления является одним из наиболее важных направлений повышения производительности труда в строительстве, роста эффективности строительного производства. Зарубежные строительные фирмы уделяют этим вопросам значительное, порой даже чрезмерное внимание, усматривая в управлении причины большинства своих успехов и неудач и объясняя просчетами в управлении объективные изъяны, присущие капиталистической системе хозяйствования. Уместно отметить, что и недооценка важности фактора управления чревата большими потерями, неиспользованием мощного резерва повышения эффективности строительного производства.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аброчук В. А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций / В. А. Аброчук. – СПб: Союз, 1999. – 320 с.
2. Алексеев М. Ю. Рынок ценных бумаг / М. Ю. Алексеев. – М.: Финансы и статистика, 1992. – 212 с.
3. Алехин Б. И. Рынок ценных бумаг. Введение в фондовые операции/ Б. И. Алехин. – Саратов: Самвеи, 1992. – 264 с.
4. Алферов И. А. Задачи развития градостроительства в Украинской ССР / И. А. Алферов // Градостроительство. – 1982. – Вып. 24. – С. 3-6.
5. Амалиев Т. О. многомерности подходов и оценке состояния строительного комплекса / Т. О. Амалиев // Экономика строительства. – 1997. – № 2. – С. 18 – 36.
6. Амоша О. І. Реструктуризація промисловості / О. І. Амоша // Вісник НАН України. – 1998. – № 9 – 10. – С. 33 – 41.
7. Ачкасов А. Є. Стратегія регулювання зайнятості населення України (теорія і практика)/ А. Є. Ачкасов. – Житомир, 2002. – 512.
8. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент/ И. Т. Балабанов. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 218 с.
9. Балабанов И. Т. Основы финансового менеджмента: учебное пособие/ И. Т. Балабанов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 318 с.
10. Балицкий В. С. Программно-целевое совершенствование работы строительных организаций/ В. С. Балицкий. – К.: Будівельник, 1987. – 160 с.
11. Баранников А. Ф. Организация управляемых строительных систем в строительстве/ А. Ф. Баранников. – К.: Будівельник, 1976. – 168 с.
12. Барышев В. Совершенствование оплаты труда работников бюджетной сферы / В. Барышев // Человек и труд. – 1997. – №12. – С.73 – 78.
13. Белов В. А. Ценные бумаги: вопросы правовой регламентации/ В. А. Белов. – М.: Изд-во МГУ, 1993.
14. Биржевая деятельность: учебник / под ред. А. Г. Грязновой и др.: – М.: Финансы и статистика, 1995. – 416 с.
15. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент/ И. А. Бланк. – К. ИТЕМ ЛТД, 1995. – 304 с.
16. Бланк И. А. Финансовый менеджмент / И. А. Бланк. – К.: Ника – центр, Эльга, 1999.
17. Бобков В. Дифференциация минимальных уровней оплаты труда на основе системы минимальных потребительских бюджетов / В. Бобков // Человек и труд. – 1993. – № 3. – С. 12 – 14.
18. Бочаров В. В. Методы финансирования инвестиционной деятельности предприятий/ В. В. Бочаров. – М.: Финансы и статистика, 1998.
19. Брейли Р. Принципы корпоративных финансов / Р. Брейли, С. Майерс // Пер. с англ. – М.: ЗАО Олимп–Бизнес, 1997.
20. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент: пер. с англ. / Ю. Бригхем, Л. Гапенски// Пер. с англ. – М.: Экономическая школа, 1997.

21. Брукс Л. Р. Управление производством с помощью ЭВМ / Л. Р. Брукс // Новая техника в системе управления производством за рубежом. Раздел 6. – М.: Прогресс, 1972. – С. 117 – 130.
22. Брюховецька Н. Ю. Економічний механізм підприємства в ринковій економіці: методологія і практика / Н. Ю. Брюховецька. – Донецьк: ІСП НАН України, 1999. – 186 с.
23. Бушуев С. Д. Инвестиционные инструменты проектного менеджмента / С. Д. Бушуев, Э. А. Турин. – К.: Укр. ИНТЭИ, 1998. – 184 с.
24. Васильев В. М. Управление строительным производством / В. М. Васильев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 208 с.
25. Вернан Х. Микроэкономика. Промежуточный уровень: пер. с англ. / под. ред. Н. Л. Фроловой. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 767 с.
26. Вилкас Э. Й. Решения: теория, информация, моделирование/ Э. Й. Вилкас, Е. З. Майминас. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.
27. Войнов И. В. Моделирование экономических систем и процессов / И. В. Войнов, С. Г. Пудовкина. Опыт построения ARIS-моделей. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 392 с.
28. Гальчинський А. С. Складним шляхом реформ: деякі підсумки і перспективи / А. С. Гальчинський // Економіка України. – 1999. – № 6. – С. 4.
29. Гальчинський А. С. Українська економіка: до і після виборів / А. С. Гальчинський // День. – 2002. – № 66. – С. 1 – 4.
30. Герасимчук М. Комплексна оцінка рівня сталого розвитку регіонів / М. Герасимчук // Економіка України. – 2002. – № 2. – С. 34.
31. Герчиков И. Н. Финансовый менеджмент / И. Н. Герчиков. – М.: АО Консалт-банк, 1996. – 314 с.
32. Гетьман О. О. Логістична функція маркетинг-контролінгу в управлінні господарською діяльністю / О. О. Гетьман // Регіональні перспективи. – № 5 – 6. (18 – 19). – Полтава, 2001. – С. 181 – 183.
33. Гитман Л. Д. Основное инвестирование: пер. с англ. / Л. Д. Гитман, М. Д. Джонк. – М.: Дело, 1997. – 416 с.
34. Глазунов В. М. Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций / В. М. Глазунов. – М.: Финстат-информ, 1997. – 258 с.
35. Горгураки Г. В. Прийняття рішень подолання конфліктів при календарному плануванні будівельно-монтажних робіт / Г. В. Горгураки, О. В. Ізмайлова // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Зб. наукових праць – К.: КДТУБА, 1997. – С. 110 – 112.
36. Грішкова О. Система трудової мотивації працівників в умовах соціально-економічних перетворень в Україні / О. Грішкова // Україна: Аспекти праці. – 1996. – № 7. – С. 75 – 77.
37. Грабовой П. Г. Риски в современном бизнесе / П. Г. Грабовой, С. Н. Петрова. – М.: Аланс, 1994. – 200 с.
38. Грабовый П. Г. Конкуренция и управление рисками на предприятиях в условиях рынка / П. Г. Грабовый, Марашда Бассам Сайел. – К.: Изд-во "Аланс", 1997. – 288 с.

39. Грузинов В. П. Экономика предприятия: учеб. пособие / В. П. Грузинов, В. Д. Грибов. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 292 с.
40. Гусаков А. А. Системотехника строительства / А. А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1983. – 439 с.
41. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительства / А.А. Гусаков, С. А. Веремеенко, А. В. Гинзбург. – М.: Р-Аргус, 1994. – 472 с.
42. Гусаков А. А. Совершенствование методов организационно-технологической подготовки строительного производства / А. А. Гусаков, Н. И. Ильин. – М: Стройиздат, 1985. – 220 с.
43. Гусаков В. Н. Разработка конструктивного решения каркасного здания с эффективным стеновым ограждением / В. Н. Гусаков // Науковий вісник виробництва. – Вип. 9. – Х.: ХДТУБА, 2000. – С. 13–23.
44. Дайновский М. Эффективные приемы стимулирования труда // Предпринимательство, хозяйство и право / М. Дайновский. – 1998. – № 1. – С. 24 – 31.
45. Довбах О. Системотехнический подход к отражению процессов аграрного производства на различных уровнях управления // Экономика Украины / О. Довбах, М. Довбах. – 1993. – № 10 (375). – С. 49 – 54.
46. Довгопол Н. А. Наукові методи розробки організаційної структури управління підприємством / Н. А. Довгопол // Проблеми науки. – 2001. – № 2. – С. 10–14.
47. Дорошенко М. М. Математична модель інвестиційного циклу як основа дослідження ризикових впливів / М. М. Дорошенко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – К.: КНУБА, 1999. – Вип. 6. – С. 71 – 77.
48. Елизаров Е. Методология построения тарифных систем предприятия / Е. Елизаров, А. Литвин // Человек и труд. – 1996. – № 12. – С. 85 – 87.
49. Жербин М. М. Развитие строительной науки и техники в УССР / М. М. Жербин. – К.: Наукова думка. – 1982. – Т2. – 230 с.
50. Жигирь А. Государственно-договорное регулирование заработной платы труда / А. Жигирь // Бизнес-информ. – 1997. – № 19. – С. 24 – 26.
51. Жуков А. Методы регулирования заработной платы / А. Жуков // Человек и труд. – 1998. – № 6. – С. 76 – 80.
52. Залунин В. Ф. Управление как инструмент повышения надежности функционирования производственных систем // Управление строительными проектами / В. Ф. Залунин // Сб. науч. тр. – Днепропетровск: ПГАСА. – Вып.2. – 1997. – С. 14 – 49.
53. Залунин В. Ф. Аспекты в системе инвестиционного проекта / В. Ф. Залунин. – Днепропетровск: Наука и образование, 1996. – 60 с.
54. Залунин В. Ф. Определение минимального уровня ресурсов при фиксированной продолжительности реализации строительного проекта / В. Ф. Залунин // Управление строительными проектами: Сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1997. – № 2. – 89 с.

55. Залуний В. Ф. Стратегия и тактика строительных фирм в рыночных условиях / В. Ф. Залуний. – Днепропетровск: Наука и образование, 1998. – 230 с.
56. Залуний В. Ф. Управленческая стратегия реализации строительных проектов / В. Ф. Залуний. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1997. – 58 с.
57. Инвестиционное проектирование: Практик. руководство по экономическому обоснованию инвестиционных проектов / под ред. С. С. Тумилина. – М.: Фикстат-Информ, 1995. – 205 с.
58. Ипотечно-инвестиционный анализ: учеб. пособие / под ред. засл. деят. науки РФ проф. Е. В. Есипова. – СПб.: Изд. СПб ГУЭФ, 1998. – 416 с.
59. Іваненко Б. М. Формування організаційно-економічного механізму функціонування виробничого об'єднання в ринкових умовах / Б. М. Іваненко. – Донецьк, 1997. – 218 с.
60. Ізмайлова К. В. Імітаційне моделювання фінансових показників ефективності діяльності підприємства / К. В. Ізмайлова, В. В. Пархоменко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: Зб. наук. праць. – К.: КДТУБА, 1997. – Вип. 2. – С. 73 – 75.
61. Інноваційна стратегія українських реформ / А. С. Гальчинський, В. М. Гавц, А. К. Кінах, В. П. Семиноженко. – К.: Знання України, 2002. – 336 с.
62. Камке Э. Справочник по объектным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – М.: Наука, 1971. – 166 с.
63. Канарейкін В. І. Організаційно-економічний механізм ефективності і стабілізації роботи промислових підприємств / В. І. Канарейкін. – Львів, 1994. – 192 с.
64. Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: пер. с англ. / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: ЗАО “Бизнес-Олимп”, 2003. – 304 с.
65. Карлоф Б. Деловая стратегия. Концепция, содержание, символы / Б. Карлоф. – М.: Экономика, 1991. – 239 с.
66. Кашин В. Низкая зарплата не стимулирует производство // Человек и труд / В. Кашин. – 1994. – № 8. – С. 16 – 18.
67. Ковалев В. В. Финансовый анализ / В. В. Ковалев. – М.: Финансы и статистика. 1996. – 432 с.
68. Колач Н. Ю. Фінансово-промислові групи як форма функціонування інтегрованих корпоративних структур в Україні / Н. Ю. Колач, Я. І. Невмертицкий // Механізм регулювання економіки, економіка природокористування, економіка підприємства та організації виробництва. – 2001. – №1 – 2. – С. 168 – 172.
69. Конюковский П. В. Математические методы исследования операций в экономике / П. В. Конюковский. – СПб.: Питер, 2000. – 208 с.
70. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров: пер. с франц. / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1970. – 720 с.



71. Кудашов Е. А. Строительная система: переход к рынку / Е.А. Кудашов. – М.: Наука, 1993. – 171 с.
72. Кудашов Е. А. Строительный комплекс: проблемы, решения, эффективность / Е. А. Кудашов. – М.: Наука, 1990. – 160 с.
73. Куликов Ю. А. Имитационные модели и их применение в управлении строительством / Ю. А. Куликов. – Л.: Стройиздат, 1983. – 224 с.
74. Лаврик Г. Архітектурні мрії / Г. Лаврик // Наука и культура Украины. – К., 1972. – 214 с.
75. Лавров А. М. Проблемы рынка ценных бумаг и фондовых биржевых структур: вопросы теории и практики / А. М Лавров. – Кемерово: Книж. изд-во, 1993. – 226 с.
76. Лапуста М. Г. Риски в предпринимательской деятельности / М. Г. Лапуста, Л. Г. Шаршукова. – М.: Инфра – М, 1998. – 316 с.
77. Лембден Д. Финансы в малом бизнесе / Д. Лембден, Д. Таргет.– М.: Финансы и статистика, 1992. – 402 с.
78. Лимитовский М. А. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений / М. А. Лимитовский. – М.: Инжинирингово-консалтинговая компания “Дека”, 1996. – 218 с.
79. Липсиц И. В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа / И. В. Липсиц, В. В. Косов. – М.: БЕК, 1996. – 304 с.
80. Лисичкин В. А. Организация управления строительством в капиталистических странах / В. А. Лисичкин, М. И. Ковальский. – М.: Стройиздат, 1987. – 296 с.
81. Лукасевич И. Я. Анализ финансовых операций / И. Я. Лукасевич. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 112 с.
82. Лукинов И. Активизация созидательной политики экономических реформ. Сочетание рыночных и государственных регуляторов / И. Лукинов // Экономика Украины, 1998. – №8. – С. 8.
83. Лутахина В. Н. Развитие массового жилищного строительства в городах УССР / В. Н. Лутахина, А. М. Вашкулат // Градостроительство. – Вып. 24. – 1978. – С. 6–12.
84. Лучкина В. В. О рыночных проблемах строительных предприятий / В. В. Лучкина, О. А. Пивень // Жилищное строительство. – 1999, № 2. – С. 11 – 12.
85. Лялин В. А. Финансовый менеджмент: управление финансовыми фирмами / В. А. Лялин, П. В. Воробьев. – СПб.: Юность, Петрополь, 1994. – 214 с.
86. Малярец Л. М. Моделирование оценки структурных изменений в управлении социально-экономическими системами / Л. М. Малярец // Актуальні проблеми та перспективи розвитку фінансово-кредитної системи України: Зб. наук. ст. – Х.: Основа, 2001. – 331 с.
87. Маршалл Д. Финансовая инженерия: полное руководство по финансовым нововведениям: пер. с англ. / Д. Маршалл, В. Бансал. – М.: Инфра – М, 1998.

88. Марюхин В. Н. Выбор рационального варианта монтажа на основании близости к идеальной точке / В. Н. Марюхин // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 1999. – № 7. – С. 160 – 163.
89. Махмудов А. Инвестиционная политика выхода из депрессии / А. Махмудов // Экономика Украины. – 1998. – № 5 (430). – С. 37– 43.
90. Махмудов О. Г. Керування інвестиціями: від загальних принципів до конкретної стратегії / О. Г. Махмудов // Вісник НАН України. – 1998. – № 9 – 10. – С. 68 – 73.
91. Мелкумов Я. С. Кредитные ресурсы: расчеты и анализы / Я. С. Мелкумов, В. Н. Румянцев. – М.: Бизнес-школа “Интел-синтеза”, 1995. – 218 с.
92. Мелкумов Я. С. Техническое и практическое пособие по финансовым вычислениям / Я. С. Мелкумов. – М.: Инфра – М, 1996. – 96 с.
93. Мелкумов Я. С. Экономическая оценка эффективности инвестиций / Я. С. Мелкумов. – М.: ИКЦ “ДИС”, 1997. – 148 с.
94. Меньшиков И. С. Финансовый анализ ценных бумаг / И. С. Меньшиков. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 226 с.
95. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов и их отбор для финансирования / под ред. В. П. Шахназарова. – М., 1994. – 180 с.
96. Методическое пособие к изучению темы “Проектирование сквозной тарифной системы оплаты труда работников строительства курса “Организация, нормирование и оплата труда в строительстве” / сост. А. В. Соловьев, В. Б. Скоробагатько, Л. Б. Горбик. – Харьков: ХГАГХ, 1996. – 56 с.
97. Мир управления проектами / под ред. Х. Решке. – М.: Аланс, 1994. – 303 с.
98. Момот Т. В. О необходимости учета денежных потоков для принятия эффективных управленческих решений / Т. В. Момот // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Вып. 19. – №1. – Ч. 1. – С. 19 – 22.
99. Мхитарян Н. М. Перспективы развития малоэтажного жилищного строительства / Н. М. Мхитарян, Г. В. Бадеян. // Шлакоцемент и шлакобетон: сб. науч. тр. – К.: 1989.– С. 594 – 598.
100. Нікогасян Н. І. Інформація в проблемі реструктуризації / Н. І. Нікогасян, І. Д. Безпалій // Будівництво України. – 1997.– № 3. – С. 6 – 8.
101. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели / В. С. Немчинов. – М.: СОЦЭКГИЗ. 1962. – 126 с.
102. Норкотг Д. Принятие инвестиционных решений / Д. Норкотг. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 612 с.
103. Обухова Н. В. Оптимизация организации строительства при одновременном учете ряда ограничений / Н. В. Обухова // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка. – Вып. № 17. – 1998. – С. 101 – 104.

104. Онтнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С. Л. Онтнер; пер. с англ. С. П. Никанорова. – М.: Прогресс, 1969. – 578 с.
105. Оптико-электронные системы в строительстве / под ред. к. т. н. доц. В. И. Торкатюка. – М.: ЦНИИ информации, 1985. – 260 с.
106. Организационно-технологические и технические аспекты формирования системы монтажных кранов в многоэтажном каркасном строительстве / В. И. Торкатюк, С. В. Бутник, А. П. Денисенко, В. Т. Кулик // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Вып. 23. – К.: Техніка, 2000. – С. 37 – 46.
107. Организация, экономика и управление строительством: учеб. пособие для вузов / Т. Н. Цай, Л. Н. Лаврецкий, А. Е. Лейбман, К. Г. Романова; под ред. Т. Н. Цая. – М.: Стройиздат, 1984.
108. Організація і планування будівництва / В. М. Майданов, Ю. П. Шейко, Г. М. Тригер та ін. / за ред. Г. Д. Малишевського та С. А. Ушацького. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.
109. Основы менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М.: Дело, 1992. – 704 с.
110. Основы предпринимательского дела. Благородный бизнес / под ред. Ю. М. Осипова. – М: Изд -во МГУ, 1992.
111. Особенности проектирования организационной структуры строительного предприятия / В. И. Торкатюк, А. В. Соловьев, Л. А. Нохрина, А. П. Денисенко // Регіональні перспективи: Наук.-практ. журнал. Економічні проблеми регіонів. – Полтава. – № 5 – 6 (18 – 19). – 2001. – С. 31 – 33.
112. Особливості та основні напрямки підвищення рівня технологічності перспективних рішень / В. І. Торкатюк, І. А. Дмитрук, В. М. Марюхін // Матеріали науково-методичної конференції професорсько-викладацького складу та аспірантів інституту за підсумками наукової роботи за 1996. / укл. Бикова Л. – Х.: ХХІІІ, 1997. – № 6. – 105 с.
113. Павлова Л. Н. Операции с корпоративными ценными бумагами / Л. Н. Павлова. – М.: ЗАО “Бухгалтерский бюллетень”, 1997. – 218 с.
114. Пархоменко В. В. Оцінка фінансових інструментів: дохідність і ризик. / В. В. Пархоменко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. – К: КДТУБА, 1998. – С. 153 – 156.
115. Пархоменко В. В. Формування “портфеля інвестицій” будівельної організації / В. В. Пархоменко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 1999. – Вип. 7.– С. 7 – 9.
116. Патон Б. Е. Перспективы развития сварки / Б. Е. Патон // Современные проблемы сварки и специальная электрометаллургия. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 7 – 8.
117. Печенов А. Н. Расчет и конструирование многоэтажных каркасно-панельных зданий / А. Н. Печенов. – К.: Будівельник, 1975. – 148 с.

118. Пономаренко В. С. Стратегічне управління підприємством / В. С. Пономаренко. – Х.: Основа, 1999. – 620 с.
119. Проблема формирования колористики городской среды / В. И. Торкатюк, О. В. Тремполец, В. Н. Марюхин, В. П. Кулик., А. П. Денисенко. // Научный вестник строительства. – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2000. – № 9. – С. 207 – 219.
120. Регіональна інвестиційна політика: проблеми і перспективи / за ред. д. е. н. Н. М. Внукової. – Х.: ТОВ “Модель Всесвіту”, 2000. – 176 с.
121. Решке Х. Мир управления проектами / Х. Решке, Х. Шелле. – М.: Аланс, 1994. – 304 с.
122. Семиноженко В. П. Суспільство інновацій як національна мета України / В. П. Семиноженко – Х.: Майдан, 2001. – 272 с.
123. Сербулов А. В. Экономико-математические модели планирования многоуровневым промышленным производством / А. В. Сербулов. – Ташкент, 1983. – 160 с.
124. Сибата Токуэ. Нихон-но тоси сэйсаку (Политика в области развития городов в Японии) / Сибата Токуэ. – Токио: “Юхикаку”, 1981. – 344 с.
125. Симбо Сэйдзи. Гэндай нихон кэйдзай-но каймэй (Анализ современной японской экономики) / Симбо Сэйдзи. – Токио: “Тое кэйдзай симпося”, 1981. – 242 с.
126. Сташевський С. Т. Евристичний алгоритм складання загальної календарної моделі будівництва об’єктів / С. Т. Сташевський // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. – К.: КНУБА., 1999. – Вип. 6. – С. 31 – 36.
127. Стельмашук М. Нобелівські лауреати 2000 / М. Стельмашук, А. Лазаренко // Галицькі контракти. – 2000. – С. 45.
128. Стоянова Е. С. Финансовый менеджмент: теория и практика / Е. С. Стоянова. – М.: Перспектива, 1996. – 405 с.
129. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций / А. Б. Индрисов, С. В. Карташов, А. В. Постников. – М.: Финансы, 1997. – 203 с.
130. Строительство многоэтажных каркасных зданий/ В. И. Торкатюк, С. Н. Соколовский, Л. Н. Покрасенко. – М.: Стройиздат, 1989. – 368 с.
131. Тони Рейс. Финансовые инвестиции и риск / Тони Рейс, Брайн Койли. – К.: Торг.-изд. бюро, 1995. – 592 с.
132. Торкатюк В. И. Авторское право: учеб. пособие / В. И. Торкатюк. – К.: ИСИО, 1985. – 336 с.
133. Торкатюк В. И. Монтаж конструкций большепролетных зданий / В. И. Торкатюк. – М.: Стройиздат, 1985. – 170 с.
134. Торкатюк В. И. Монтаж конструкций большепролетных зданий / В. И. Торкатюк, С. В. Бутник. – К.: ГСДО, 1993. – 344 с.
135. Торкатюк В. И. Оптимизация высотного строительства/ В. И. Торкатюк, Т. Н. Шорко. – Х.: Прапор, 1984. – 56 с. с ил.

136. Торкатюк В. И. Формирование элементов бизнес-планов технологии возведения многоэтажных каркасных зданий с использованием метода энтропии / В. И. Торкатюк, В. Н. Марюхин // Наук. вісн. будівництва.– Харків: ХДТУБА, ХОЦВ, 2001. – № 12 – С. 225 – 229.
137. Торкатюк В. І. Економіка дизайну: навч. посібник / В. І. Торкатюк, Л. Ф. Ніколаєнко. – К.: ІСІО, 1993. – 120 с.
138. Торкатюк В. И. Организационно-технологические решения в многоэтажном каркасном строительстве / В. И. Торкатюк. – Х: Изд-во при ХГУ, 1986. – 160 с.
139. Тянь Р. Б. Организация производства / Р. Б. Тянь, Н. М. Чернищук. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 1994. – 254 с.
140. Тянь Р. Б. Планирование деятельности предприятия/ Р. Б. Тянь. – К.: МАУП. 1999. – 156 с.
141. Управління проектами/ Р. Б. Тянь, Б. І. Холод, В. А. Ткаченко. – Дніпропетровськ: ДАУПБ, 2000. – 224 с.
142. Ушацький С. А. Основи управління: навч. посібник / С. А. Ушацький. – К.: ІСДО, 1994. – 72 с.
143. Федоренко В. Г. Створення фінансово-промислових груп і проблеми управління корпоративними правами / В. Г. Федоренко // Держ. інформ. бюллетень “Про приватизацію”. – 1999. – № 2 – С. 18 – 22.
144. Формирование и оценка качества проектных решений в строительстве / К. А. Реусов, В. И. Торкатюк, В. В. Пушкаренко. – К: Будівельник, 1988. – 208 с.
145. Формирование многоуровневой системы оценки устойчивого развития городов / В. И. Торкатюк, А. В. Соловьев, Л. А. Нохрина. // Коммунальное хозяйство городов: научн.-техн. сб. – К.: Техніка. 2002. – № 37. – С. 16 – 22.
146. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия: индустриальная динамика/ Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. – 340 с.
147. Хорошківський В. Деякі порівняльні аспекти економічного зростання / В. Хорошківський, В. Юрчишин // Економіка України. – 2000. – № 12. – С. 4.
148. Чернова Г. В. Практика управления рисками на уровне предприятия / Г. В. Чернова. – СПб.: Питер, 2000. – 176 с.
149. Черняк В. З. Оценка бизнеса / В. З. Черняк. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 176 с.
150. Чечетов М. Особливості макроекономічного трансформування в умовах перехідної економіки / М. Чечетов, І. Жадан // Економіка України. – 2002. – № 6. – С. 4.
151. Шапиро В. А. Управление проектами / В. А. Шапиро. – СПб.: Два-три, 1996. – 610 с.
152. Шутенко Л. М. Міський житловий фонд: його життєвий цикл і радіаційна безпека / Л. М. Шутенко. – К.: Техніка. 2002. – 215 с.

153. Шутенко Л. М. Технологические основы формирования и оптимизации жилого городского фонда (теория, практика перспективы) / Л. М. Шутенко. – Х.: Майдан, 2002. – 1054 с.
154. Экономико-математические модели в планировании и управлении народным хозяйством / А. В. Крушевский, Е. В. Барков, А. Р. Поддубний. – К.: Вища школа, 1973. – 212 с.
155. Экономико-статистические модели с переменной структурой / Б. Б. Розин, В. И. Котюнов, М. А. Ягольницер. – Новосибирск: Наука, 1984. – 239 с.
156. Экспериментальный 24-этажный каркасно-панельный 180-квартирный жилой дом / В. И. Торкатюк, В. П. Гордиенко, В. Ф. Иванов, В. Ф. Сериков, Н. М. Шариш // Монтажные и специальные строительные работы: науч.-техн. реф. сб. – Сер. VII. – Изготовление металлических и монтаж строительных конструкций. Вып. 5. – М.: ЦБНТИ, 1980. – С. 54-59.
157. Яковец Ю. Предпосылки преодоления инновационного процесса / Ю. Яковец // Экономист. – 1998. – № 1. – С. 32 – 37.
158. Яковлев Р. Парадоксы реформирования оплаты труда / Р. Яковлев // Человек и труд. – 1993. – № 4.
159. Янукович В. Ф. Ефективність спеціального режиму інвестиційної діяльності / В. Ф. Янукович // Економіка України. – 2002. – № 3. – С. 4.
160. Яременко Ю. В. Методологические принципы анализа структуры экономики / Ю. В. Яременко // Экономика и математические методы. – 1979. – Т. XV, вып. 3. – С. 486 – 509.
161. Ahnia H. N., Arunochalam V. Risk Evaluation in Kesource Allocation. // Journal of Construction Engineering and Management. – 1984. – Voll. 10, №3. – p. 324 – 336.
162. Barlow K. I. Effective Management of Engineering Design // Journal of Management in Engineering. – 1985. – Vol. 1.– №2.–P. 51 – 66.
163. Briefcase: corporate restructuring – causeq and categories (Duflysimon, // Long. Range Plann, 1990 – 23, № 4. p. 114 – 116.
164. Collier C. A., Jacques D. E. Optimum Equipment Life by Minimum Life. – Cycle Costs. // Journal of Construction Engineering and Management. – 1984. Vol. 110, № 2. – p. 248 – 265.
165. Computer aided design system // International Construction. – 1979. – Vol. 18, № 11. – p. 93.
166. Daniel Kats and Robert L. Kahn. The Social Psychology of Organizations (New York: Wiley, 1966) – p. 76.
167. Dickinson D. J. Project management – the client's view // The Structural Engineer. – 1979. – Vol. 57A. – № 12. – P. 410 – 414.
168. Donqherty E. L., Nozaki M. Determining Optimum Bid Fraction. // Journal of Petroleum Technology. – 1975. – March. – Vol. 27. – № 1. – p. 349 – 356.
169. Freidman L. A. A Competitive Bidding Strategy, // Operations Research. – 1956. – Vol. 4. – p. 104 – 112.

170. Garret M. F. Computer – aided drafting in civil engineering // Civil Engineering. – 1982. – Vol 52. – №5. – P. 72 – 78.
171. Hinze J., Abude-Baki W. Insurance Practices of Utility Contractors. // Journal of the Construction Division, Proceedings of the ASCE. – 1981. – Vol. 107. – p. 413 – 423.
172. Jacobs N. F. Project management The Great Juggling Act // The Construction Specifier. – 1983. – Vol. 36. – № 10. – P. 36 – 37, 39 – 41.
173. Johnson R., Kast F. and Rosenzwing J. The Theory and Management of Systems. New York McGraw-Hill Book Company, 1967. – p. 34.
174. Journal of the Construction Engineering and Management Processing of the ASCE. – 1983. – Vol. 109, № 4. – p. 297 – 307.
175. Kerzner H. Evaluating Techniques in Project Management // Journal of Systems Management. – 1980. – Vol. 31, – №2. – P.10 – 19.
176. Kolodny H. F. Matrix organization design and new product success // Research Management. – 1980. – Vol. 23 – №5. – P.29 – 33.
177. Latane H. A. Criteria for Choice Amond Risky Ventures // The Journal of Political Economy. – 1959.–Vol. 67, Feb. – Dec. – p. 144 – 155.
178. Latane H. A., Tuttle P. L. Criteria for Portfolio Building // The Journal of Finance – 1967. – Vol. 22, №3. – p. 359 – 373.
179. Lewitt R. E., Ashley D. B., Logher R. D., Dziekan M. W. A Quantitative for Analyzing the Allocation of Risks in Transportation Construction: Research Report N R79 – 3. Publication № 613, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge Mass, 1979.
180. Lewitt R. E., Ashley D. B., Loqcher D. Allocating Risk and Incentive in Construction // Journal of the Construction Division, Proceedings of the ASCE. –1980. – Vol. 106. – p. 297 – 305.
181. Mellin I. W., Whiteaker B. Fencing a Bar Chart // Journal of the Construction Division, Proceedings of the ASCE. 1981. – Vol. 107, NC03. – p.497 – 507.
182. Paulson B. C., Aki T. Construction Management in Japan // Journal of the Construction Division. – 1980. – Vol. 106. – NC03. – P. 281 – 296.
183. Raymond E. Gorey and Stevan H. Star. Organizational Strategy: A Marketing Approach (Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1970) – 218 p.
184. Selecting a contract – or “Shall we build this job?” // Eng.Contr.Rec. – 1981. – Vol. 94, №3.– p. 45.
185. Shim I. K., McGlade R. Current Trends in the Use of Corporate Planning Modes // Journal of Systems Management. – 1984. – Vol. 33, № 4. – p. 24 – 31.
186. Sierra J. A. A statistical Approach to Tendering // The Building Economist. – 1980. – Vol. 19, №1. – p. 20 – 22.

187. Soloviev O. V., Momot T. V. Ukrainian Enterprise and their Economic Policy during Post – Privatization Period: Old Problems, New Challenges (Research Methods). Abstracts of the AASCPCS / ANSA International Conf. on Communist and Post-Communist Societies. – Melbourne (Australia). – 1998. – p. 75 (Internet < [http:// www.arts.unimelb.edu.au. / Dept/ CEPC / momot.htm](http://www.arts.unimelb.edu.au/Dept/CEPC/momot.htm)).
188. Stacey N. Estimates of Uncertainty // Building. – 1979, – Vol. 237, № 42. – p. 63 – 64.
189. Steiner G. A. Top Management Planning. Toronto. Collier-Macmillan Canada, Ltd., 1969. – p. 16 – 17.
190. Stulbs I. M. Risk Management // Highway & Heavy Construction. – 1981. – Vol. 124, № 1. – p. 91.
191. Tatum C. B. Organizing Large Projects: How managers decide // Journal of Construction Engineering and Management.. – 1984. – Vol. 110. – №3. – P. 346 – 356.
192. The hidden costs of cheap machines // International Construction. – 1984. – Vol. 23, N2. – p. 36-37.
193. Tillman R. The role of the Project Manager // ITE Journal. 1982. – Vol. 52. – №6. – P. 28 – 304.
194. Titmus P. P. Design and build in practice // Building Technology and Management. – 1982. – Vol. 20. – №4. – P. 9 – 12.
195. Tom Burns and G.M.Stalker The Management of Innovation (London: Tavistock, 1966) pp. 9 – 10.
196. Torkatjuk W. I. Hauptrichtung und Wege der Entwicklung mehrgeschossiger Skeleebauten, in der UdSSR. // Bauplanung – Bautechnik. – 1976. – N8. – s. 385 – 386 und 393.
197. Warszawska A. Cost; Control Under intuition in Construction Company // Journal of the Construction Division, Proceedings of the ASCE. – 1981. – Vol. 107, №104. – p. 649 – 663.
198. Willoughby T. C. Project Selection Top Priority for MIS Executives // Journal of Systems Management. – 1983. Vol. 34: – №12. – P. 9 – 11.



НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ,  
АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНІ  
ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ  
КАПІТАЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА**

МОНОГРАФІЯ

(рос. мовою)

Відповідальний за випуск: *В. І. Торкатюк*

Редактор: *О. Ю. Кригіна*

Комп'ютерне верстання: *В. В. Коненко*

Дизайн обкладинки: *Т. Є. Клочко*

Підп. до друку 09.02.2012

Друк на ризографі

Тираж 500 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 20,1

Зам. №

Виконавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.